UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
FACULTÉ DE PHARMACIE

Année scolaire 1943-1944 N° 330

Contribution à l'Etude Chimique du Lait de la Région Sud de Toulouse

Constante Molèculaire

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le 15 JANV 1944
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(mention PHARMACIE)

PAR

Jean-B. DOP
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse : MM. P. CORDIER, professeur, *Président.*
Y. VOLMAR, professeur, *Juges*
Ch. LAPP, professeur, *Juges*

LYON
BOSC Frères et L. RIOU
Imprimeurs-Editeurs
C.O.L. 31.2186
42, quai Gailleton, 42
1943

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE DU LAIT DE LA RÉGION SUD DE TOULOUSE

CONSTANTE MOLÉCULAIRE

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG
FACULTÉ DE PHARMACIE
Année scolaire 1943-1944 N° 330

Contribution à l'Etude Chimique du Lait de la Région Sud de Toulouse

Constante Molèculaire

THÈSE

présentée et soutenue publiquement le
A LA FACULTÉ DE PHARMACIE DE STRASBOURG
pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ
(mention PHARMACIE)

PAR

Jean-B. DOP

Pharmacien

Examinateurs de la Thèse : MM. P. CORDIER, professeur, *Président.*
Y. VOLMAR, professeur } *Juges*
Ch. LAPP, professeur }

LYON
BOSC Frères et L. RIOU
Imprimeurs-Editeurs
C.O.L. 31.2186
42, quai Gailleton, 42
—
1943

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. A. SARTORY, *Doyen*, C. ✻, I. ✿, C. ❁
VOLMAR, *Assesseur*, ✻, I. ✿.
MARANDON, *Secrétaire*, ✻, ⚷, ⚷, ✿.

DOYEN HONORAIRE

M. JADIN, O. ✻, I. ✿, ❁.

PROFESSEURS

MM.	A. SARTORY, C. ✻, I. ✿, C. ❁.	Bactériologie.
	N...	Botanique.
	VOLMAR, ✻, I. ✿	Chimie organique.
	GUILLAUME, O. ✻, ⚷, I. ✿, ❁	Pharmacie galénique.
	LAPP, I. ✿	Chimie analytique.
	CORDIER, ✿	Pharmacie chimique.
	R. SARTORY, ✿, ❁	Matière médicale.
	DUQUENOIS	Toxicologie.

PROFESSEUR HONORAIRE

M. JADIN, O. ✻, I. ✿, ❁.

COURS COMPLEMENTAIRES

MM.	A. SARTORY	Hygiène.
	N...	Hydrologie.
	VOLMAR	Chimie minérale.
	GUILLAUME	Zoologie.
	LAPP	Physique.
	PRELOT	Législation et Déontologie.
	CORDIER	Chimie biologique.
	R. SARTORY	Cryptogamie.
	N...	Pharmacodynamie.

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	COLLARD, ✻, ⚷, I. ✿	Chimie pharmaceutique.
	N...	Chimie et Physique.
	JÆGER	Histoire naturelle.
	LEDOUX, ✻	Bactériologie et Parasitologie.

A MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR P. CORDIER

Professeur de Pharmacie Chimique

Hommage de respectueuse reconnaissance
pour l'intérêt qu'il m'a porté.

A MES JUGES :

MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. VOLMAR
Professeur de Chimie Générale
Chevalier de la Légion d'Honneur
Membre Correspondant de l'Académie de Médècine

MONSIEUR LE PROFESSEUR CH. LAPP
Professeur de Chimie Analytique et de Toxicologie

Hommage de profonde gratitude.

A Monsieur le Professeur DAMIENS

Doyen de la Faculté de Pharmacie de Paris

Hommage de ma profonde admiration.

A Monsieur le Professeur DELABY

Professeur de Pharmacie Chimique à la Faculté de Pharmacie de Paris

Hommage de respectueuse reconnaissance.

A Monsieur Eugène CATTELAIN

Docteur ès Sciences

Assistant à la Faculté de Pharmacie de Paris

Hommage de profonde reconnaissance et de respectueuse amitié.

A tous mes Professeurs

de la Faculté de Pharmacie de Paris

Hommage de profonde reconnaissance pour leur enseignement et la formation qu'ils m'ont donnée.

A Monsieur le Professeur P. DOP
Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse

Hommage de mon profond respect.

A Monsieur le Professeur GAUSSENS
Professeur de la Faculté des Sciences de Toulouse

Hommage de ma profonde gratitude.

A MA FAMILLE

A MES PARENTS ET AMIS

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE CHIMIQUE DU LAIT DE LA RÉGION SUD DE TOULOUSE

CONSTANTE MOLÉCULAIRE

INTRODUCTION

Depuis les travaux de Mathieu et Ferré, la détermination de la constante moléculaire simplifiée a pris une grande importance pratique pour déceler le mouillage des laits.

Déjà, de nombreuses publications et thèses ont paru sur ce point, mettant ainsi en lumière la valeur indiscutable, du point de vue analytique, de cette constante.

Dans le but d'apporter des faits nouveaux, concernant l'utilisation de la constante moléculaire simplifiée et de vérifier ses limites de variation en fonction de la nature et de l'origine des laits, nous avons examiné, d'une façon systématique, différents laits de la région Sud de Toulouse et déterminé sur chacun leur constante moléculaire.

Le travail que nous présentons est divisé en six chapitres :

CHAPITRE PREMIER. — *Etude sommaire de la topographie, de la géologie et de la climatologie de la région toulousaine.*

CHAPITRE II. — *Rappel analytique sur la composition du lait.*

CHAPITRE III. — *Principales méthodes utilisées en vue de la caractérisation du mouillage des laits.*

CHAPITRE IV. — *Constante moléculaire simplifiée. - Sa définition. - Sa détermination.*

CHAPITRE V. — *Méthodes d'analyses utilisées au cours du travail.*

CHAPITRE VI. — *Résultats et conclusions.*

Je tiens à exprimer à M. le Professeur Cordier ma profonde reconnaissance pour la direction éclairée qu'il m'a apportée au cours de ce travail, et la sollicitude qu'il m'a toujours témoignée.

J'adresse mes remerciements respectueux à MM. les Professeurs Volmar et Lapp, pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de faire partie du jury de cette thèse.

CHAPITRE PREMIER

TOPOGRAPHIE

Le pays toulousain est formé par la vallée alluviale de la Haute-Garonne qui s'évase au-dessus de Cazères, dans la direction du Nord-Est jusqu'au confluent avec l'Ariège où le fleuve tourne vers le Nord, puis vers le Nord-Ouest, et par la vallée de l'Ariège.

C'est une région de collines, de plateaux et de plaines admirablement fertiles.

Dans l'espace que circonscrivent les Pyrénées et les zones jurassiques et crétacées du flanc méridional du Massif Central, il y a eu place pour de vastes nappes lacustres qui s'y sont étendues pendant la période miocène.

Les cultures sont variées, il semble que les prairies, les plantes arbustives, vignes, vergers, bois soient les plus rémunératrices.

Les champs dominent. Ils occupent les croupes, descendent les pentes, des lopins de bois, des parcelles de vignes ; un bout de pré, des arbres fruitiers diversifient le paysage.

L'aisance d'un territoire fertile sur lequel un climat heureux permet de recueillir des produits très divers dans un petit espace, réunit autour de chaque borde ou métairie, un peu de tout ce qui est nécessaire à l'existence rurale.

En général, de gros villages sont rares, c'est la métairie qui est le type fondamental du peuplement du pays.

GEOLOGIE

Les terrasses de la vallée de la Garonne ainsi que celles très analogues de la vallée de l'Ariège sont constituées par les alluvions laisssées par le fleuve aux divers stades de son creusement. Ce sont des sols essentiellement formés par des éléments de transport.

La quantité d'alluvions arrachée aux Pyrénées est énorme. Ces amas détritiques s'amoncellent au débouché des principales vallées pyrénéennes en une série de plateaux.

Des couches de graviers, des cailloux assez volumineux accompagnés de terre plus ou moins sablonneuse recouvrent la vallée en proportion variable dont le fonds est constitué par le tertiaire. Le substratum des terrains appartient au type des marnes et mollasses tertiaires du Lauragais (oligocène et miocène).

Les cailloux provenant de roches dures et consistantes ont une forme ovale, leur volume est assez considérable.

Ce sont des quartzites brunes à la surface, gris-verdâtres ou rougeâtres à l'intérieur, des lydiennes (grès noir anciens très fins), des grès rouges, des ophites et des roches granitiques, ces dernières plus ou moins décomposées dans les terrasses les plus anciennes.

Les graviers se composent d'éléments arrondis, aplatis, de volume réduit.

La terre consiste surtout en un mélange d'argile et de sable presque entièrement dépourvue de calcaire. On y trouve des lamelles de mica.

La couleur ocre, plus ou moins rouge, que prend cette terre est due à l'oxyde de fer qui entre en des proportions variables. Cet oxyde est dû à la formation d'une couche de grepp, sorte de poudingue qui rappelle l'alios des Landes et que l'on rencontre plus ou moins près de la surface du sol. Les terres connues sous le nom de boulbènes constituent, au point de vue géo-

logique, une division du sol arable : origine continentale, richesse en silice, grande pauvreté en calcaire.

Elles s'étendent dans toute la région sous-pyrénéenne.

Les coteaux du Lauragais sont en plein dans le terre-fort.

Le travail des eaux.

Les rivières ont souvent changé de place à leur entrée en plaine.

Les eaux torrentielles, issues des glaciers d'autrefois, ont vagabondé, avant de se fixer dans leur lit actuel.

D'énormes entailles ont été pratiquées par ces torrents dans le plateau de molasse qui constitue le sol de la plaine.

L'Ariège à Pamiers, la Garonne à Muret couvrent de larges espaces sous leurs alluvions. On voit par les terrasses des galets et des graviers qui s'étagent au-dessus du niveau actuel de la vallée, le résultat de déplacements et creusements successifs, comme si on assistait aux spasmes de l'action torrentielle d'autrefois.

Ailleurs d'immenses dépôts de cailloux roulés, de sables et de limons occupent le milieu des vallées, séparant et rejetant sur les bords latéraux, les rivières qui les sillonnent.

L'Ariège et l'Hers, dans la plaine de Pamiers, maintiennent ainsi pendant longtemps leur cours à distance.

De brusques inondations rappellent de temps en temps les débâcles qui ont laissé ces traces. Il suffit de quelques heures comme il est arrivé le 23 juin 1875, pour qu'un flot furieux, après avoir monté de 9 mètres, revienne à son ancien niveau.

Mal fixée dans l'encadrement des mamelons argileux qui la bordent, la Garonne a largement rongé ces terrains mous.

Toulouse s'appuie à une rampe de collines, lambeau épargné par hasard dans les déblaiements du fleuve.

Plaines agricoles.

Le travail des eaux a été facilité par la consistance relativement molle du substratum qu'elles ont entouré.

C'est un dépôt de marnes et de molasses d'âge miocène, d'origine lacustre ou fluviatile, qui occupe toute la partie centrale du bassin de la Garonne.

Le relief engendré par l'érosion dans ce sol marneux est un mamelonnement dont les contours mous et arrondis se succèdent sur un plan légèrement incliné.

Le sol imperméable est avare de sources. C'est par excellence le vieux sol nourricier de la contrée.

Les marnes ont, par leur désagrégation, formé ce que l'on appelle des « terres fortes », terres à blé qui, depuis plus de deux mille ans, ne cessent de porter des moissons.

Vents.

Les vents prédominants sont ceux du N.-W. et du S.-E.

Ce qui s'explique par les conditions orographiques et l'orientation générale de la vallée de la Garonne.

Entre le Massif Central prolongé vers le Sud par la Montagne Noire d'une part, les contreforts des Pyrénées d'autre part, existe un couloir où n'apparaît aucune saillie importante, dans lequel s'engouffre le vent, y acquérant une grande force par suite du resserrement. Le vent du S.-E. est de beaucoup le plus fréquent au printemps et en automne.

C'est le vent d'autan sec et chaud qui fatigue les plantes et les animaux et ruine trop souvent les récoltes.

Les mouvements atmosphériques sont commandés par deux centres d'aspirations principaux : l'Océan et la Méditerranée, agissant en sens contraire.

De sorte que les vents dominants doivent venir du N.-W. quand l'évaporation du bassin méditerranéen l'emporte sur celle du bassin Atlantique et du S.-E. quand l'aspiration dans l'Océan prend la prépondérance.

Température.

C'est un climat doux.

C'est ainsi que pendant une période de 50 ans (1851 à 1900) les moyennes observées :

— en janvier sont 4°4 ;
— en juillet sont : 21°1 ;
— en septembre sont : 17°8.

(*Mémorial de l'Office National Météorologique de France* publié sous la direction du colonel Delcambre.)

Signalons que le thermomètre peut descendre au-dessous de 0° depuis le 20 octobre jusqu'au 20 avril, soit pendant six mois.

Mais les jours sans dégel sont très rares à Toulouse, les jours les plus chauds sont ceux des mois de juillet et d'août.

PLUIE.

Le régime pluviométrique est caractérisé par deux périodes :

a) l'une comprenant trois mois : août, mai, juin ;

b) l'autre moins importante comme hauteur d'eau recueillie partant sur octobre.

Les autres mois sont relativement secs, moins en hiver qu'en été. Le mois le plus sec est juillet qui ne donne que 39 millimètres d'eau. Février reste plus pluvieux que juillet si on le rapporte à 31 jours.

La quantité d'eau de pluie tombée annuellement est de 623 à 670 mm. répartie en 120 jours environ.

Durant mai et juin la terre reçoit 75 à 80 mm. d'eau.

Cette quantité élevée est préjudiciable aux céréales, à la vigne, alors en pleine floraison ; elle gêne souvent la fenaison.

Dans cette saison, les orages sont fréquents et redoutables ; ils sont souvent accompagnés de grêle.

La prolongation de la sécheresse provoque parfois un temps d'arrêt dans la végétation. On peut voir ainsi les récoltes de fourrage varier de 75 % d'une année à l'autre.

Ceci explique l'élevage du bétail souvent difficile.

CHAPITRE II

COMPOSITION DU LAIT

Le lait est un aliment de composition complexe, il renferme en effet :

1° Des éléments organiques à divers états physiques :

a) en solution vraie tel que le lactose ;

b) en suspension colloïdale : caséine ;

c) en émulsion : globules gras.

2° Des éléments minéraux :

Sels surtout constitués par des chlorures, des phosphates.

Le lait de vache est loin d'avoir une composition constante. Cette composition varie avec la race, l'individualité, l'âge, l'alimentation, l'époque de la traite.

Le lait de vache consommé dans les villes provient du mélange des laits d'un grand nombre d'animaux, il en résulte une composition moyenne assez fixe. Les chiffres publiés par M. le Professeur Denigès dans son traité d'analyse sont, par litre :

Composition moyenne :

Matière grasse : vers 40 ;
Lactose : vers 50 ;
Caséine : 33 à 37 ;
Extrait dégraissé : 92 au moins.

La composition minime de ces laits indiquée par le Conseil d'Hygiène est :

Beurre : 27 à 30 ;
Lactose : 45 ;
Extrait : 85 à 88.

Ce n'est que très rarement qu'on se trouve en présence de laits accusant une composition inférieure à la composition minima indiquée par le Conseil d'Hygiène.

Pour des « laits de dépôts », on devra indiscutablement conclure à la falsification, mais pour des laits provenant d'un animal ou d'un petit groupe d'animaux, il sera prudent, avant de statuer, d'effectuer à l'étable un prélèvement en observant toutefois certaines règles.

« La traite doit être entière, le lait n'ayant pas toujours la même composition aux différents instants de la traite. »

Il est, en outre, prudent, pour plus de précision, d'effectuer le prélèvement au même moment que celui du lait anormal. (*Moniteur Scientifique*, 1891 : expérience de Féry.)

Expérience de Lajoux :

Pour 100 *cc.*	*Début traite*	*Milieu*	*Fin*
Lactose	5,13	5,34	5,13
Matière grasse	1,19	2,13	4,31
Matières azotées	3,17	3,62	3,34
Matières minérales	0,51	0,56	0,53
Extrait	10,00	11,65	13,31

Expérience de Féry :

Pour 100 *cc.*	*Matin*	*Midi*	*Soir*
Matière grasse	2,50	4,72	3,63
Lactose	5,21	5,32	5,22
Caséine	2,72	2,72	2,96
Matières minérales	0,66	0,57	0,65
Extrait	11,44	13,53	12,62

Le lait contient des sels en quantité presque constante pour chaque espèce animale; les cendres sont constituées de phosphates et de chlorures.

Il importe dès maintenant de remarquer qu'il existe une grande différence entre le beurre d'une part et les autres éléments d'autre part, au sujet de leur constance.

En effet, la proportion de beurre est très variable ; elle varie suivant la race, suivant la nourriture, le travail effectué par l'animal, suivant l'heure de la traite et suivant le moment, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Les autres éléments ont, au contraire, une certaine constance,

qui est à la base des méthodes de recherche du mouillage du lait.

On peut se demander d'où provient cette constance ? Cela tient à ce que le lait, comme le sang et les liquides normaux de l'organisme, possède une certaine concentration, variable seulement dans d'étroites limites.

C'est ainsi que, pour certaines vaches, on peut trouver des laits très riches en beurre (jusqu'à 80 gr. par litre), sans que la proportion des substances dissoutes soit augmentée. De même, un excès de sel dans la nourriture n'entraîne pas forcément une augmentation de cendres.

Coagulation du lait.

Le lait, au moment de la traite, a un pH de 6,4 à 6,6. Il est donc sensiblement neutre.

D'autres fois, il s'acidifie par suite du développement du bacille lactique, car le lait en renferme toujours. Ce bacille se trouve normalement sur le pis de la vache, dans l'atmosphère des écuries ; ce bacille engendre l'acide lactique par fermentation du lactose, produisant ainsi une acidification. Lorsque le pH égale 4,5, le lait coagule, c'est-à-dire que la caséine, soluble seulement dans un milieu suffisamment alcalin, précipite en entraînant des globules de graisse.

Le ferment lactique, cause de cette altération, a été découvert par Pasteur ; c'est un ferment du type : Bacterium lactis acidi. Il est formé de petits articles, étranglés, qu'on rencontre, soit à l'état isolé, soit en groupes, soit en chaînes de 8 à 15 μ. Un autre ferment lactique à signaler est le Bacterium acidi lactici de Grotenfelt, formé de bâtonnets de 1 μ à 1 μ 5 de long, de 0, μ 4 de large.

Ces deux bactéries peuvent être considérées comme la cause principale de la fermentation lactique ; mais elles sont souvent accompagnées par des cocci et des streptocoques qui, eux aussi, peuvent engendrer cette fermentation.

Nous n'avons pas cru utile, au cours de ce travail, de faire de dosages d'acidité, les laits ayant tous été pris à l'étable et analysés aussitôt.

COLOSTRUM.

C'est le lait des premiers jours après la parturition.

Nécessaire au jeune animal, il s'exclut de la consommation par son altérabilité, sa saveur particulièrement saline et désagréable. Mais peu à peu, ces caractères s'atténuent.

On le reconnaîtra surtout au microscope, par la présence de globules graisseux, de dimensions variables, alors que dans le lait normal, ceux-ci sont de dimensions assez constantes.

On y trouvera quelques leucocytes, et surtout des éléments connus sous le nom de « corps granuleux », formés de grains opaques et jaunâtres assemblés, dont quelques-uns beaucoup plus gros réunis par une membrane.

La composition du colostrum est différente de celle du lait :

Extrait	260
Beurre	34,6
Caséine	26,6
Sucre de lait	46,6
Albumine	136
Cendres	15,80

On voit que la différence réside surtout dans l'augmentation des éléments minéraux, et dans la forte proportion d'albumine.

Ainsi, si l'on fait coaguler par addition d'un peu d'acide acétique, que l'on filtre et que l'on porte à ébullition le liquide, le petit lait obtenu, donnera un précipité plus ou moins abondant d'albumine, ne se produisant pas avec le lait normal.

Le lait est un aliment complet, non seulement par sa richesse en différents principes immédiats (lipides, protides, glucides), mais également par son apport en vitamines. On y trouve, en effet, les principales vitamines A, B, C, D, E.

Nous rappelons, à titre indicatif, les proportions relatives de ces différents principes mentionnés dans le très intéressant volume sur les vitamines de Mme Randouin et M. Simonnet (1) :

Vitamine A :

Lait d'été : 250 unités internationales pour 100 gr. ;

Lait d'hiver : 100 unités internationales pour 100 gr.

(1) L. RANDOUIN et H. SIMONNET : *Les vitamines*, 3e édition, 1939. Librairie Armand Colin, Paris.

Vitamine B^1 : 20 unités internationales pour 100 gr.
Vitamine B^2 : 70 unités Bourquin pour 100 gr.
Vitamine C : 2 milligrammes pour 100 gr.
Vitamine D :
Lait d'été : 6 unités internationales pour 100 gr. ;
Lait d'hiver : 3 unités internationales pour 100 gr.

Nous voyons que, d'une façon générale, la proportion de vitamines est supérieure dans le lait pendant la période d'été.

D'après certains auteurs (2), (3), (4), la teneur du lait de vache en vitamines C ne semble pas dépendre de la nourriture ; les bovidés sont en effet capables de synthétiser l'acide ascorbique. La cause des variations du lait en vitamine C (lait d'été parfois supérieur à celui d'hiver) semble être due principalement aux fonctions physiologiques (gestation et allaitement) qui conditionnent la lactation.

La production du lait est maxima dans la période qui suit le vélage. Au bout de cinq mois, elle diminue progressivement jusqu'à la prochaine parturition. La quantité de vitamines C synthétisée par la vache étant constante, il en résulte que la concentration en vitamine C est plus faible pendant la période d'allaitement où le lait est abondant.

(2) R. Virgoleux : *Thèse* Doct. Pharmacie. Université de Strasbourg, 1943, p. 148.
(3) Anceaux : La vitamine C dans le lait. *Thèse* Doct. Pharmacie. Université de Lille, 1939.
(4) Ferdinand : *Klin. Woch.*, 1936, 15, p. 1311.

CHAPITRE III

METHODES UTILISEES EN VUE DE LA CARACTERISATION DU MOUILLAGE DES LAITS

Le problème de la détermination du mouillage d'un lait est un problème complexe.

Nous allons passer en revue les méthodes qui ont été utilisées, et nous verrons celles qui doivent surtout retenir notre attention.

La composition chimique d'un lait varie sous l'influence de causes diverses : race, individualité, âge, nombre de parturitions, heure de la traite, traite complète ou incomplète, alimentation, travail demandé à l'animal, saisons.

Nous avons vu que, dans le cas de laits dits de dépôts, les variations se compensent.

Mais les éléments du lait, considérés seuls, sont sujets à d'assez grands écarts, de sorte qu'il serait difficile de juger les laits propres ou impropres à la consommation par la valeur absolue des chiffres obtenus par les analyses.

Au contraire, en établissant des rapprochements entre certains de ces éléments, on trouve une relation plus ou moins fixe.

Les seules méthodes qui aient vraiment de la valeur pour déterminer le mouillage sont celles dont les résultats dépendent uniquement du nombre de molécules existant dans le lacto-sérum, nombre sensiblement constant.

Etudes des principales constantes du lait

A. — Constantes physiques.

DENSITÉ.

La mesure de la densité, à cause même de la rapidité de son exécution, ne permet pas à elle seule de se prononcer sur la valeur d'un lait.

Seul l'appareil appelé lacto-densimètre de Bouchardat et Quevenne donne directement la densité vraie du lait.

La lecture se fait au trait coupé tangentiellement par le ménisque supérieur. La détermination ne se fait pas toujours à 15°, on corrige alors en se servant des tables données par Villiers, Collin et Fayolle, pour les différentes températures. La table est établie pour 15°. La correction consiste en une diminution pour une température inférieure à 15° et une augmentation pour une température supérieure à 15°.

TENSION SUPERFICIELLE.

En 1904, M. Meillère indiquait un procédé fondé sur la mesure de la tension superficielle du lait, obtenu en comptant le nombre de gouttes fournies par le compte-gouttes de Duclaux d'une contenance de 5 cc.

MM. Imbert et Ducros ont expérimenté cette méthode et trouvent comme résultat :

Minimum : 126 gouttes ;
Maximum : 142 gouttes.

Le principe en est fort simple.

La surface d'un liquide est assimilable à une membrane élastique et la tension superficielle de ce liquide n'est autre chose que la force à appliquer par unité de longueur pour maintenir au contact les deux parties d'une incision que l'on aurait faite à cette pseudo-membrane.

Le poids de la goutte est proportionnel à la tension superficielle du liquide et au rayon de l'orifice.

Dans la formation des gouttes, le poids de la goute fait équilibre à la résultante des forces de tension s'exerçant sur la circonférence du tube utilisé.

De sorte que pour une même masse le nombre de gouttes des différents liquides varie en raison inverse des tensions superficielles de ce liquide.

L'unité de tension superficielle est celle de l'eau distillée, tension égale à 7 mmgr. 7 par millimètre, soit 75 dynes 8 par centimètre à 15° (la dyne : unité de force C.G.S. valant à Paris la 981e partie du gramme.

Cette méthode présente des inconvénients car la tension superficielle d'un lait varie avec les matières en suspension. Celles-ci n'étant pas fixes, on conçoit le peu d'intérêt de cette constante pour caractériser le mouillage.

Viscosité.

Le principe de cette méthode repose sur la durée du passage d'un volume déterminé de liquide dans un tube capillaire de longueur donnée.

La viscosité d'un liquide n'est autre chose que la résistance de frottement qui s'oppose au déplacement des molécules les unes par rapport aux autres.

La vitesse d'écoulement d'un liquide donnée par la loi de Poiseuille montre que le coefficient de viscosité est inversement proportionnel au volume écoulé pendant l'unité de temps et directement proportionnel à la durée de l'écoulement.

De sorte que pour mesurer la viscosité d'un liquide, il suffit de déterminer le temps que met un certain volume de liquide à s'écouler à travers un tube capillaire ; on aura le coefficient en divisant le temps obtenu par le temps mis par le même volume d'eau pour s'écouler à travers le même tube capillaire à la même température.

$$\frac{n}{n_0} = \frac{D}{D_0}\,\frac{T}{T_0}$$

où n et n_0 sont les coefficients de viscosité ;
D et D_0, les densités des deux liquides ;
T et T_0, les durées d'écoulement pour un même volume.

Cette méthode ne peut être envisagée pour déterminer le

mouillage, la viscosité d'un lait étant très influencée par les particules en suspension (corps gras et caséine).

Résistivité électrique.

Un conducteur électrique ou un électrolyte parcouru par un courant oppose, au passage de ce courant, une résistance qui dépend de la longueur, de la section et d'un coefficient X, appelé : résistivité :

$$R^{ohms} = X \frac{x\ L\ cm}{S\ cm^2}$$

Si, dans cette équation, on fait : $L = 1$ cm. ; $S = 1$ cm² ;

$$R^{ohms} = X^{ohms} = X^{w}$$

de sorte que la résistivité n'est autre que la résistance d'une colonne de lait de section égale à 1 cm² et de longueur égale à 1 cm. Elle s'exprime en *ohms*.

On détermine cette résistivité par la méthode classique du pont de Wheatstone-Kohlrausch.

Dans un compte rendu de l'Académie des Sciences, MM. Lesage et Dongier indiquent que cette résistivité, pour un lait de vache frais, varie entre 235 w. et 265 w. à 16°7.

Le mouillage augmente la résistivité de 15 à 20 w. pour 1/10, de 65 à 70 w. pour 1/3, de 73 à 100 w. pour 1/2.

En effet, l'addition d'eau au lait diminuant le nombre d'électrolytes et d'ions par unité de volume, on conçoit que sa résistivité augmente, puisque ce sont les ions qui conduisent le courant.

Cette méthode, théoriquement excellente, est sans valeur pour déceler la fraude, car il suffit au fraudeur d'ajouter une quantité d'électrolytes suffisante pour revenir au chiffre normal.

De plus, la fermentation lactique, dissout un peu de phosphate tricalcique ; il s'ensuit une diminution de résistivité.

Essai au réfractomètre ou constante de Villiers et Bertault

Cette méthode a été étudiée et proposée par Villiers, ancien professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, et par son élève Bertault.

Elle est basée sur la remarque que le pouvoir réfringent d'un petit lait varie dans de très étroites limites. Cette constance de l'indice au réfractomètre provient du nombre de molécules rencontrées par le faisceau lumineux au cours de sa réfraction par unité de volume.

Or, le nombre de molécules étant sensiblement constant, le chiffre trouvé doit osciller autour de la même valeur.

C'est ainsi que les auteurs ont trouvé, au moyen de l'oléo-réfractomètre d'Amagat et Jean, des chiffres variant entre 39° et 45°, les chiffres 40 et 41 étant les plus courants.

Citons certains auteurs tels que Ducros, Cothereau et Basset qui ont montré les relations étroites existant entre les méthodes cryoscopiques et réfractométriques.

Les avantages de cette méthode sont la simplicité et la rapidité.

L'indice n'est ni influencé par le mouillage physiologique qui apporte avec lui sa constance moléculaire, ni par un début fermentaire.

Toutefois, il faut une préparation soigneuse du lacto-sérum exempt de toute trace d'albumine qui fausserait les résultats.

La méthode utilisée par Villiers est la défécation à l'acide acétique : 1 volume de lait pour 1/2 volume d'acide acétique dilué au 1/1.000 et filtration après ébullition au réfrigérant ascendant et refroidissement. Lorsque l'on chauffe le mélange dans le ballon muni d'un réfrigérant ascendant, l'ébullition est très irrégulière, et pour éviter les soubressauts il faut agiter continuellement le liquide pendant l'opération.

Le petit lait obtenu n'est jamais clair.

Les filtrations même plusieurs fois répétées n'améliorent pas la transparence des liquides, et la lecture au réfractomètre n'est pas facile.

Cet inconvénient a lieu avec les laits riches.

Le trouble de ces petits laits est dû à des matières albuminoïdes en suspension et dans un état d'extrême division ; or, ces matières ont une influence sur la déviation, et plus un petit lait nécessite de filtrations, plus son indice de réfraction baisse. Il faut donc obtenir un liquide limpide à pouvoir réfrigérant constant. Certains auteurs ont préconisé l'emploi de kaolin pour clarifier ces petits-laits.

On peut également citer la méthode d'Ackermann (1) qui utilise pour la défécation le chlorure de calcium et celle d'Ambulh et Weiss (2) qui se servent de chlorure mercurique.

Mais il y aurait intérêt à généraliser l'emploi d'un même appareil et la même défécation pour se retrouver toujours dans les mêmes conditions opératoires, afin d'obtenir des résultats comparables.

La technique simple de Villiers répond à la question.

Cette méthode est très utilisée en Allemagne et en Suisse.

Elle a donné de bons renseignements sur les mélanges de laits, mais, sur des échantillons individuels, elle n'a pas toujours donné des résultats comparables.

Certains laits n'ayant pas subi de mouillage ont donné des chiffres inférieurs à 39°.

Essai cryoscopique du lait

Etudié par Winter (3) en 1895, pharmacien et chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris. Cette méthode qui a été perfectionnée par Stoëcklin (4), ancien directeur du Laboratoire Municipal d'Amiens, est basée sur le fait que le point de congélation du lait Δ est très sensiblement constant, ce qui tient à la constance du nombre de molécules et d'ions par unité de volume. Ce Δ est d'ailleurs presque le même que celui du sérum sanguin, étant donné la liaison qui existe entre ces deux liquides.

Des solutions de concentration moléculaire égale ont même point de congélation, de sorte que le sérum sanguin et le lait, qui sont équi-moléculaires, ont même point de congélation : — 0°55 c.

De sorte qu'une valeur anormale permettra d'apprécier le taux de la fraude.

Les travaux de Winter ont été publiés dans quatre mémoires des *Archives de Physiologie* (janvier, avril, juillet 1896) et dans une note à la Société de Biologie de Paris, le 17 juin 1896.

(1) Ackermann : 3 cit. *F. Unter D° Nahrungs.* Jenusmittel, 1907, 13, 186.

(2) Ambulh et Veiww : *Mitteilungen A. D. Gebriete D. Tie.* Jenusmittel intersukung U. Hygiene, 1919, 10, 53.

(3) *C. R.*, t. CXXI, p. 696-698, 1895 et *Bull. Soc. Chim.* (3), t. XIII, p. 1101-1107, 1895.

(4) *Ann. Fals. et Fraudes*, 4, 232, 1911.

Tout lait alimentaire non suspect ne devait, au cryoscope, s'écarter que d'un ou deux centièmes de son axe d'oscillation, qui est de — 0°55 c.

Ces résultats suscitèrent une polémique entre M. Winter qui maintint son point de vue et MM. Bordas et Genin (6).

D'après ces auteurs, les chiffres obtenus étaient :

Pour 22 laits : — 0°52 ;
Pour 11 laits : — 0°53 ;
Pour 17 laits : — 0°44 à 0°56.

En reprenant leurs essais, toutes corrections faites, les chiffres transmis oscillaient autour de 0°52, avec écart maximum de — 0°017.

Un relèvement de 0°005 au-dessus du point fixe — 0°56 correspondait, d'après M. Hamburger, à 1 % d'eau ajoutée.

Ainsi, le point de congélation du lait est variable. Il est certain qu'un lait dont le point de congélation se rapproche de 0° est mouillé, mais alors son extrait, sa densité, seront, en conséquence, abaissés d'autant.

Il est indispensable, devant des divergences aussi nombreuses, mais tout de même peu accentuées, de faire choix d'un mode opératoire diminuant autant que possible les erreurs d'expérience.

L'appareil utilisé est le cryoscope à éther de Raoult.

Un agitateur de platine, mû par une turbine réglable, permet de communiquer au liquide pendant le refroidissement, une agitation uniforme.

L'évaporation du liquide réfrigérant est produite par aspiration et peut être réglée à volonté, pour obtenir un refroidissement constant.

Un thermomètre extérieur indique la température du laboratoire.

Le thermomètre cryoscopique est un thermomètre différentiel de Beckmann, donnant le 1/100 de degré.

On peut signaler que le Δ varie avec la température du mélange réfrigérant.

Mais l'erreur la plus importante est due à la variation du zéro du thermomètre (influence de la température de laboratoire).

(6) Bordas et Genin : Sur le point de congélation du lait de vache. *C. R.*, t. CXXIII, p. 425-427, 1896.

B. — Constantes chimiques.

1° Extrait sec dégraissé

La détermination de cette constante par M. Léon Gros, pharmacien directeur honoraire du Laboratoire Municipal de Clermont-Ferrand, est obtenu en retranchant du poids de l'extrait sec du lait, effectué à 100° et rapporté au litre, le poids de beurre trouvé pour le même volume.

Cet extrait représente donc la somme des matières protéiques totales, du lactose et des cendres réelles.

La valeur moyenne oscille autour de 90 — elle est rarement inférieure à 85.

M. L. Gros constate sur des milliers d'expériences, faites dans la région rurale de Clermont-Ferrand, que sur des laits non mouillés, les extraits privés préalablement de leurs matières grasses étaient toujours compris entre 90 et 100 grammes.

Les conclusions des analyses étaient les suivantes :

1° La quantité de matière grasse d'un lait pur varie dans les proportions considérables ;

2° Une loi est nécessaire pour définir le lait marchand et permettre ainsi des poursuites même contre des laits purs ne contenant pas le minimum fixé de matières grasses.

3° L'extrait sec du lait privé de ses matières grasses a un poids à peu près constant dans des laits non mouillés.

Il n'est presque jamais inférieur à 85 grammes, ne dépasse que rarement 105 grammes et est compris 95 fois sur 100 entre 90 et 102 grammes.

4° Dans l'extrait du lait privé de sa matière grasse et non mouillé, le sucre de lait et les cendres sont des éléments dont le poids varie le moins ;

5° La densité, le poids de l'extrait sec, l'abaissement du point congélation, l'indice de réfraction du petit lait non mouillé sont à peu près constants.

En 1908, le Traité d'analyses des denrées alimentaires (p. 216) publié par M. Girard, professeur, et M. A. Bouin consacrait les recherches de M. Léon Gros.

« D'après les teneurs en extrait dégraissé : poids de l'extrait sec diminué du poids du beurre, il a été constaté par Gros, di-

recteur du Laboratoire Municipal et chef des travaux de chimie de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand, à la suite de milliers d'analyses, que dans des laits purs écrémés ou non, mais non additionnés d'eau) le chiffre fourni par l'extrait dégraissé est toujours égale à 9 %.

Nous avons pu également faire cette constatation sur plus de 3.000 analyses. »

Cette constance dans les laits non mouillés permettait simplement de calculer un mouillage.

En effet, ce chiffre de 9 s'abaisse avec l'addition d'eau et tend de plus en plus à se rapprocher du 0 avec l'augmentation de la teneur en eau.

Désignons par E le chiffre de l'extrait dégraissé pour 100, contenu dans le lait analysé, par X la teneur pour 100 de cet échantillon en lait pur.

La quantité d'eau ajoutée au lait est donc : $100 - X$.

On peut poser :

$$\frac{9}{E} = \frac{100}{X} \qquad X = \frac{100 \times E}{9}$$

Toutefois il convient de noter que, on ne se sert jamais du chiffre obtenu directement par pesée, mais du chiffre rectifié, comme le propose aujourd'hui M. Porcher.

C'est ainsi que M. L. Gros, dans son manuscrit de 1903, disait: « La comparaison des résultats ramenés au litre de lait privé de sa matière grasse présentera beaucoup plus de sécurité que celle des chiffres trouvés pour le lait entier.

Pour ramener ceux-ci aux premiers il suffira de les multiplier par :

$$C = \frac{1000}{1000 - 1{,}08\,B}.$$

B étant le poids de matière grasse par litre.

1,08 étant le volume occupé par 1 gramme de cette matière grasse, la densité à 15° étant de 0,93.

Enfin, on peut signaler que MM. Sambuc, puis Lescœur, ont trouvé une grande constance à la densité d'un petit lait provenant d'un lait non mouillé.

M. L. Gros signale également une deuxième constante après

avoir vérifié, sur des milliers d'échantillons, que l'extrait sec du lacto-sérum d'un lait non mouillé oscillait toujours autour de 70 gr. par litre de petit lait.

Il prépare ce lacto-sérum en ajoutant au lait des traces de lab-ferment, et en maintenant le lait à une température voisine de 32°, pendant quelques minutes.

On filtre sur papier sans colle, on prélève 10 cc. de lacto-sérum filtré et l'on évapore dans une capsule tarée pendant six heures, au bain-marie bouillant.

M. Gros attache une importance telle à cette deuxième constante qu'il lui suffit de la connaître avec celle de l'extrait dégraissé pour pouvoir se prononcer sur la valeur de l'échantillon.

Autrefois, on s'attachait beaucoup à la détermination de l'extrait total, puis on faisait un dosage du beurre, ce qui compliquait les analyses.

On prélevait 10 cc. de lait dans une capsule de platine (M. A. Barthélemy, Nancy, 1906) de 7 cm. de diamètre, préalablement desséchée et tarée.

On évaporait à siccité, d'abord au bain-marie et on continuait à l'étuve à 95°. La dessiccation était jugée complète quand deux pesées, faites à une demi-heure d'intervalle, n'offraient plus qu'une différence comprise entre 0,001 et 0,002.

Ce résultat était toujours atteint au bout de huit heures d'étuve.

La préparation de l'extrait a varié suivant les auteurs.

M. le Docteur Galand l'a obtenu en laissant les capsules sept heures au bain-marie à 95°.

D'autres poussent la température à 100°.

La plupart (Duclaux, Denigès, Laboratoire Municipal) commencent la dessiccation au bain-marie pour la finir à l'étuve à la température de 95°, afin d'éviter une altération de l'extrait par suite de l'oxydation du lactose.

Le sucre de lait, en effet, brunit la masse en s'oxydant en présence des sels alcalins du lait.

Toutefois les causes d'erreur interviennent en sens inverse ; l'oxydation partielle de la matière grasse produit une augmentation de poids ; une décomposition du sucre avec perte — le sucre de lait est dans ce cas à l'état anhydre, d'où une nouvelle perte.

En fait, l'expérience montre que ces erreurs se compensent et que l'extrait préparé à chaud à 100° ne diffère pas sensiblement de celui préparé dans le vide.

La meilleure méthode semblerait être l'emploi du vide sulfurique. On mesure 10 cc. de lait dans une capsule de porcelaine plate et on le place dans le vide sulfurique pendant cinq à six jours.

Mais c'est un procédé trop long.

Il faut donc se placer, pour obtenir des résultats comparables entre eux, toujours dans les mêmes conditions d'expérience.

2° Constante de Cornalba (1)

Définition. — Cette constante, proposée en 1908 par M. Cornalba, chimiste de la Station royale d'essais de laiterie de Lodi, représente le poids, rapporté au litre de lait, de l'extrait sec dégraissé, diminué de celui de la caséine.

Au Congrès International de Laiterie de Stockholm, en juillet 1911, M. Cornalba indique que ce poids des substances solubles n'a varié que de 59 à 64, pour les laits individuels ; pour les laits de mélange, de 60,5 à 62,5.

Inconvénients. — Divers auteurs ont trouvé des chiffres différents, ce qui peut tenir, d'après MM. Bordas et Touplain, au mode de coagulation.

M. Cornalba rapporte sa constante au volume total du lait.

Il serait plus exact de la rapporter au litre de sérum ; d'autre part, elle n'a aucune valeur dans le cas des laits pathologiques.

Avantages. — Cette constante fournit des résultats comparables à ceux de la constante de Gros.

3° Constante de Bouin

Définition. — La constante de Bouin, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy, s'obtient en ajoutant au poids de lactose hydraté cinq fois le poids des cendres, somme rapportée au litre de lait.

(1) Cornal A. : *Ann. Fals. et Fraudes*, 2, 529, 1909.

M. Bouin ayant constaté que les cendres du lait vont en augmentant, alors que diminue le lactose, et d'autant plus que l'on s'éloigne de l'époque du vêlage, propose d'établir sur ce phénomène biologique sa constante, qui faciliterait la recherche du mouillage, sauf pour les laits colostraux.

Inconvénients. — Fonzès-Diacon, professeur à la Faculté de Pharmacie de Montpellier, a critiqué cette méthode.

En effet, la constante de Bouin servirait à la caractérisation du mouillage, si les cendres suivaient les mêmes variations que les chlorures.

Or, Fonzès-Diacon a constaté que, si les maxima des chlorures ne correspondent pas toujours aux maxima des cendres, ils correspondent pourtant à des poids de cendres élevés (7,27, 7,45, 2,22).

On peut admettre que les variations du poids des cendres ont même allure que les variations du poids des chlorures, mais celles-ci sont moins nettes, ce qui, d'ailleurs, n'est pas surprenant, puisque les chlorures en solution jouent le rôle primordial dans la tonicité du lacto-sérum, alors que les phosphates, qui constituent la plus grande partie des cendres, ne sont, pour la plupart, dans le lacto-sérum, qu'à l'état colloïdal, par suite, sans influence sur sa tonicité.

Il y a, évidemment, une relation, car, lorsque les cendres et les chlorures diminuent, le lactose augmente; mais la courbe des variations des cendres n'est pas identiquement semblable à celle des chlorures.

« Aussi, l'introduction de la valeur des cendres dans une constante, dit Fonzès-Diacon, me paraît devoir enlever toute certitude à cette méthode, d'autant qu'il faut multiplier par 5 le poids des cendres, avant de l'additionner au poids de lactose hydraté. »

Il faut ajouter, en outre, que la détermination du poids des cendres n'est pas aisée, surtout dans les laits bichromatés exigeant une calcination longue pour oxyder complètement les chromates, ce qui a pour conséquence inévitable la volatilisation partielle des chlorures.

Ce même auteur signale que la constante empirique, proposée par Bouin, ne présente aucun avantage sur la constante biologique de Mathieu et Ferré.

Si l'on multiplie les cendres, non par le facteur 5, mais par

le facteur 3, proposé par Fonzès-Diacon, on obtient, par l'addition du lactose hydraté, une valeur qui se rapproche sensiblement de la constante moléculaire simplifiée : c'est la constante moléculaire approchée.

Pour les laits de mélanges bien brassés, c'est-à-dire ne renfermant pas un trop grand excès de beurre, on pourra adopter la valeur moyenne de 69, au-dessous de laquelle le lait sera soupçonné de mouillage.

L'hiver, cette valeur pourra être plus faible.

La race influence cette constante au point de n'atteindre, pour le lait de vaches hollandaises, que la valeur 66 (7).

4° Constante d'Ackermann

Définition. — La constante d'Ackermann, chimiste suisse, représente le poids, rapporté au litre de lait, de l'extrait sec dégraissé, diminué du poids du lactose.

Elle représente la somme des protéines totales (caséine, lactalbumine, lactoglobuline) et des cendres.

Le chiffre minimum qu'un lait pur doit fournir est 40 *gr.* par litre.

Inconvénients. — Cette constante prend pour base la caséine, c'est-à-dire l'élément qui, après la matière grasse, présente les variations les plus grandes.

D'autre part, le chiffre 40 conduit à un minimum de 32 gr. de matières protéiques par litre.

C'est considérer ainsi tous les laits comme étant fraudés.

5° Constante de Bordas et Touplain

Définition. — Cette constante, proposée en 1902 par MM. Bordas et Touplain, chimistes au Laboratoire du Ministère des Finances, représente le poids, rapporté au litre de lait, de l'extrait sec dégraissé, diminué de celui des protéines totales.

Elle correspond à la somme :

Lactose + cendres

Minima trouvés par les auteurs	51,69
Moyenne	54,90
Maxima	59,40

(7) Bouin : *C. R. Société de Biologie,* n° 37, 1920, t. 83, p. 1635.

La différence entre les constantes de MM. Bordas et Touplain et M. Cornalba provient de l'utilisation, comme agent de coagulation, de l'acide acétique dilué, suivant la technique de Cornalba, et de l'alcool à 65° additionné de 1/1.000e de son poids d'acide acétique, suivant la technique de la méthode officielle et celle de MM. Bordas et Touplain. D'où la précipitation, en plus de la caséine, de la lactalbumine et de la lactoglobuline.

On obtient ainsi des chiffres inférieurs à ceux fournis par M. Cornalba.

Inconvénients. — La constante de Bordas et Touplain perd toute sa valeur dans le cas de laits anormaux ou pathologiques.

Nous citerons Storch à propos de laits de vaches atteintes de mammites tuberculeuses, puis Bergama, et, plus récemment, Koëstler.

Les modifications de composition apportées dans la sécrétion ont toujours la même allure ; le lactose diminue, et, avec lui, les citrates, les phosphates, le potassium, tandis qu'augmentent les chlorures et, comme l'avait déjà remarqué Ackermann, les substances azotées du lacto-sérum chlorocalcique, c'est-à-dire l'azote non protéique.

M. Koëstler attire l'attention sur deux rapports qui fournissent de bons indices, dit-il, pour reconnaître les laits pathologiques.

6° Rapports de Koëstler

Le premier rapport dénommé chiffre chlore-lactose s'énonce par le quotient :

$$\frac{100 \times \text{chlore : pour 100 gr. de lait}}{\text{Lactose pour 100 gr. de lait}}$$

On voit, par l'examen de ce rapport, que les variations sont grandes lors de troubles de la fonction mammaire, parce que, en pareil cas, le lactose diminue et le chlore augmente.

Le chiffre chlore-lactose de Koëstler traduit des troubles de sécrétion, mais n'a pas une base physiologique.

Le deuxième rapport est traduit par le quotient :

$$\frac{\text{Chlore par litre de lait}}{P^2O^5 \text{ dans les cendres d'un litre de lait}}$$

Dans les mammites, le phosphore diminue, pendant que le chlore augmente. Mais le dénominateur ne fait aucune distinction entre le phosphore soluble et insoluble.

Il manque toujours la base physiologique, qu'il faut demander avant tout aux constantes, qui sont vouées à des échecs si elles négligent les données physico-chimiques du lait, si elles ne font pas la distinction entre les cristalloïdes et les colloïdes.

CHAPITRE IV

LA CONSTANTE MOLECULAIRE SIMPLIFIEE : C.M.S.

Lois de Winter et de Porcher - Définition Détermination - Valeur - Applications

PRINCIPE ET LOIS DE WINTER ET DE PORCHER.

Les deux lois physiologiques, sur lesquelles est fondé l'établissement de la constante moléculaire simplifiée sont :

Loi de Winter (1895) : Loi de l'isotonie du lait et du sérum sanguin ;

Loi de Porcher (1906) : Loi de la régulation de l'équilibre osmotique dans le lait.

Principe. — La constante moléculaire simplifiée est l'expression de ce fait, mis en lumière par M. Porcher.

« Dans le lacto-sérum d'une femelle laitière en pleine lactation, à l'état physiologique, les variations du chlorure de sodium correspondent toujours à des variations en sens inverse du lactose. Cela pour le maintien de l'équilibre osmotique, c'est-à-dire de l'isotonie du lacto-sérum et du sérum sanguin de l'animal considéré. »

M. Porcher a nettement établi que les variations des chlorures sont complémentaires de celles du lactose. Voici les conclusions de son étude, parue en 1906 :

« Le chlorure de sodium est l'un des éléments les plus variables du lait. Il ne dépend pas immédiatement de l'alimentation et sa plus ou moins grande abondance dans le lait découle d'un processus purement physique : la régulation de l'équilibre osmotique. Dans toutes les analyses fournies par de nombreux auteurs, c'est le maximum du lactose qui, naturellement, se

trouve en face du minimum de sels et notamment du chlorure de sodium, et inversement. »

MM. Mathieu et Ferré rappellent que M. Winter avait montré, dès 1895, que le lait fraîchement trait est en équilibre osmotique avec le sérum sanguin de l'animal qui le sécrète ; ce qui signifie que le lait et le sérum sanguin ont même concentration moléculaire.

Définition. — La loi de Winter permet le calcul du mouillage du lait par voie physique.

La loi de Porcher permet d'apprécier la fraude par voie chimique en déterminant ce qu'on appelle « la constante moléculaire », par les méthodes courantes analytiques, c'est-à-dire la somme des molécules des différents composants existant dans le lacto-sérum.

Pratiquement, il est impossible de calculer rigoureusement ce nombre de molécules, étant donné l'ionisation des sels et, par suite, l'ignorance de leur répartition.

Les cendres ne nous donnent qu'une image trop profondément modifiée pour nous renseigner sur l'état des combinaisons des éléments, soit en solution vraie ou colloïdale, la calcination altérant le milieu, les phosphates passant à l'état de pyrophosphates, le phosphore organique (caséine, lécithine) à l'état de phosphates de chaux et de magnésie, le soufre organique (caséines, albumines diverses) passant en partie à l'état de sulfate, les citrates à l'état de carbonates.

Malgré ces différents obstacles, il nous sera possible d'exprimer la constante moléculaire avec une approximation suffisante, si nous partons du principe de négliger les molécules à poids moléculaire élevé et certaines molécules salines peu abondantes, telles que phosphates, sulfates, bicarbonates, citrates, etc..., en nous basant sur la loi de Porcher, c'est-à-dire la loi d'invariabilité relative de la somme des molécules de lactose hydraté et des molécules de chlorures. C'est la constante moléculaire simplifiée.

D'ailleurs, MM. Mathieu et Ferré ont songé à leur constante moléculaire simplifiée, que nous allons voir être l'expression chimique et pondérale d'une partie seulement de l'abaissement du point de congélation du lait, qui, lui, est une donnée complète, purement physique ; ces auteurs ont additionné les abais-

sements partiels dus au lactose et au chlorure de sodium, ce dernier étant multiplié par un facteur de transformation : 11,9.

En proposant leur constante, ces auteurs n'ont tenu compte que de deux éléments cristalloïdes, d'où le qualificatif de « simplifiée », du fait de ne considérer qu'une partie des éléments influençant le Δ total.

Ce n'est donc qu'une approximation.

Il est intéressant de voir dans quelle mesure la C. M. S. traduit la vérité.

Le Δ total est, évidemment, la somme des Δ partiels dus à chaque composant du lait.

M. Porcher (1) a dit qu'il n'est pas exact de penser que les colloïdes n'ont qu'une influence négligeable sur Δ .

En effet, l'abaissement du point de congélation du lait dépend pour 0°,525 à 0°,530 :

Des substances minérales, c'est-à-dire des électrolytes (chlorures, citrates, phosphates solubles, sulfates, bicarbonates).

De l'édifice organique, formé des non électrolytes (lactose et l'ensemble complexe de l'azote non protéique : urée, corps du groupe de la purine (acide urique, xanthine, hypoxanthine, adénine), corps du groupe de la guanidine (créatine, créatinine), et enfin, des acides aminés (glycocolle, leucine, acide aspartique, acide glutamique, tyrosine).

L'ensemble colloïdal du lait, constitué par le mélange d'albumine et le complexe caséinate de chaux, magnésie, phosphate de chaux, magnésie, intervient dans Δ pour 0°,030 c. environ

Il reste alors les 2 substances : lactose et chlorures qui influencent le plus sur Δ .

En effet, le lactose, avec un chiffre de 50 gr. par litre (lactose hydraté) donne un Δ partiel de —0°,293, soit 52,8 % du Δ total.

Les chlorures (ClK + ClNa) donnent un Δ partiel de —0°,111, soit 20 % du Δ total.

Si nous additionnons les deux Δ partiels, relevant du lactose et des chlorures, on obtient —0°,404, soit 73 % du Δ total.

Dans ces conditions, l'approximation admise par MM. Ma-

(1) Ch. Porcher et A. Chevallier : La répartition des substances salines et des éléments minéraux dans le lait. *C. R.*, t. 172, p. 1605, 1921.

thieu et Ferré est déjà fort grande, puisqu'elle porte sur les 3/4 d'une donnée, elle-même fort peu variable.

Il est intéressant de noter que le jeu du balancement qui s'exerce entre le lactose et les chlorures affecte deux molécules de la sécrétion lactée ; l'une, le lactose, est une molécule élaborée, c'est-à-dire fabriquée par la cellules mammaire elle-même ; l'autre, le ClNa, est une molécule non élaborée ; la mamelle ne la fabrique pas, mais elle ne la laisse passer que dans une certaine proportion.

Le ClNa, dans le lait, est le redresseur de l'isotonie, aussi bien à l'état normal qu'à l'état pathologique.

Nous pouvons nous demander (Porcher) si l'azote non protéique ne joue pas, vis-à-vis des citrates et des phosphates solubles, le même rôle que le ClNa remplit vis-à-vis du lactose.

Détermination de la C. M. S.

Les colloïdes, n'ayant qu'une influence négligeable sur la concentration moléculaire, par suite de leur poids moléculaire élevé, la détermination de la C. M. S. peut les négliger et correspond sensiblement à la somme des molécules des divers cristalloïdes que renferme le sérum.

Pratiquement, en négligeant les autres cristalloïdes du lait, dont la détermination sort du domaine de l'analyse courante, la C. M. S. est représentée par la somme des molécules de lactose hydraté et des molécules et ions de chlorure de sodium.

MM. Mathieu et Ferré l'évaluent conventionnellement en poids de lactose hydraté, c'est-à-dire par la somme du lactose hydraté et de l'équivalent isotonique en lactose, des chlorures calculés en ClNa, en se basant sur les déterminations de Raoult, à savoir qu'un gramme de ClNa correspond isotoniquement à 11 gr. 9 de lactose hydraté.

D'autre part, tenant compte du volume de l'insoluble (beurre et caséine) en suspension dans le lait, on doit ramener par le calcul le chiffre de la C. M. S. au litre de lacto-sérum.

C. M. S. = Lactose hydraté + ClNa $\times$ 11,9.

En effet, calculée ainsi, la C. M. S. est inexacte ; l'isotonie de la solution, comme M. Porcher l'avait déjà fait remarquer, est une propriété de la partie du lait qui contient les cristalloïdes en solution, et dont le volume est égal au volume du lait, moins

les insolubles en suspension : matière grasse, caséine, phosphates de chaux et de magnésie.

Si C est la C. M. S. apparente d'un lait contenant un volume v d'insoluble par unité de volume, la constante réelle C' sera donnée par la formule :

$$C' = C \times \frac{1}{1-v}$$

Prenons un exemple sur un lait :

Densité à 15°	1.033,3
Beurre	41,5
Extrait total	130,4
Extrait dégraissé	88,9
ClNa	1,65
Lactose hydraté	49,48
Cendres	34,3

Volume de beurre : 41,5/0,93 = 44,62.
Volume de caséine : 34,3/1,35 = 25,40.
Total de l'insoluble : 70,02.

$$\text{Constante de Gros} : \frac{88{,}9 \times 1.000}{1.000 - 44{,}62} = 93{,}05.$$

C. M. S. apparente : 69,205.

$$\text{C. M. S. réelle} : \frac{69{,}205 \times 1.000}{1.000 - 70{,}02} = 74{,}41.$$

Valeur de la C. M. S. : ses applications, son rôle dans l'expertise.

La qualité principale de la C. M. S. est de permettre la différenciation entre les laits naturels faibles et les laits fraudés, étant donné les limites restreintes entre lesquelles oscille sa valeur (69 à 82).

Des analyses effectuées par de nombreux auteurs, il résulte que la C. M. S. réelle n'est jamais inférieure à 69 ; sa valeur moyenne oscille autour de 75 ; elle dépasse rarement 80.

M. Mathieu, au Congrès de l'Association Française pour

l'Avancement des Sciences, en 1921, fit remarquer, pour le calcul de la C. M. S. dans les laits altérés, qu'il fallait, pour remonter au lactose originel, tenir compte, non seulement de l'acidité, mais de l'hydrolyse possible du lactose ; d'où la nécessité de procéder à l'hydrolyse totale du lactose avant de faire le dosage par réduction.

M. Auguet conseille la prudence pour l'usage de la C. M. S. avec les laits altérés, à forte acidité lactique et partiellement coagulés.

Pour les laits pathologiques, les laits d'une vache malade, se rapprochant, au point de vue analytique des laits mouillés, la C. M. S. permettra d'en soupçonner l'origine pathologique.

Nombre de laits tuberculeux auront un taux en lactose extrêmement faible ; néanmoins, malgré cela, une C. M. S. normale, la valeur des chlorures étant élevée.

Nous noterons toutefois une observation intéressante de MM. Sirot et Joret :

« L'augmentation très nette des chlorures dans certains laits pathologiques ne paraît pas toujours compensée par une diminution proportionnelle du lactose ; aussi les C. M. S. sont généralement élevées.

La C. M. S. de MM. Mathieu et Ferré permet de déceler avec certitude, sans échantillon de comparaison, des mouillages dont le taux ne dépasse pas 5 %, et qui échapperaient à la seule détermination de l'extrait sec dégraissé.

MM. Sirot et Joret, ainsi que M. Auguet ont rapproché la C. M. S. de l'extrait dégraissé, et ils ont montré, avec la plus grande netteté, que le chiffre de l'extrait dégraissé ne pouvait, en aucune façon, être placé parallèlement à celui de la C. M. S.

Nous pouvons dire que la C. M. S. est une donnée nécessaire à introduire dans les analyses du lait.

Nous ne dirons pas qu'elle se suffit à elle-même. En effet, il n'est pas une constante qui ne soit discutable, examinée en soi ; d'autant qu'elle ne traduit, comme nous l'avons vu, qu'une partie, il est vrai la plus importante, de l'abaissement du point de congélation du lait.

Malgré les avantages qu'elle présente, la C. M. S. employée seule, n'est pas capable, dans tous les cas, de remplacer l'extrait

sec dégraissé ; c'est en contrôlant les chiffres qu'elle fournit à ceux de l'extrait dégraissé, qu'on acquiert, au contraire, la certitude du mouillage.

Nous estimons que les deux constantes devraient, au même titre, figurer dans toute analyse du lait.

CHAPITRE V

METHODES D'ANALYSES UTILISEES

Tout en recherchant une précision aussi grande que possible dans les analyses, je me suis surtout orienté vers les méthodes offrant les données les plus constantes et permettant une exécution rapide, suivant les directives éclairées de mes professeurs.

Toutes mes pesées ont été faites sur une balance de précision sensible au 1/10e de milligramme.

L'étude qui m'a servi à obtenir l'extrait dégraissé et le beurre est une étuve électrique montée sur rhéostat à curseur mobile.

1° Densité.

La détermination de la densité se fait au moyen de l'appareil dénommé lacto-densimètre de Quévenne et Bouchardat. La lecture est simple. On lit le chiffre qui se trouve dans le plan passant par le ménisque supérieur.

La détermination du poids spécifique a été effectuée à la température de + 15° centigrades.

Si l'on opère à des températures différentes, on ramènera, au moyen des tables de correction, à la valeur qu'aurait la densité si l'on avait effectué la détermination à + 15° C.

Beurre.

On effectue le dosage par le procédé de M. Adam, pharmacien de l'Hôpital Beaujon. On enlève le beurre par agitation à l'éther en présence d'ammoniaque.

Nous nous sommes servis de la solution suivante :

— Alcool à 90° : 333 cc.
— Eau distillée : 67 cc.
— Ether à 65° : 440 cc.

TECHNIQUE.

On prélève par aspiration 10 cc. de lait dans l'appareil d'Adam Meillère, on ajoute 3 gouttes d'ammoniaque et 2 gouttes d'une solution alcoolique de Soudan III. On ajoute ensuite le liquide d'Adam jusqu'au trait supérieur (32).

Le Soudan III est le colorant électif des graisses, surtout employé en microcraphie ; il permet d'obtenir une séparation nette entre la couche éthéro-butyreuse et le liquide sous-jacent.

La solution utilisée se prépare par saturation à chaud avec l'alcool.

On ferme en enfonçant le bouchon. On mélange les liquides, en inclinant l'ampoule alternativement dans un sens et dans l'autre, lentement au début pour éviter la formation de grumeaux de caséine difficiles à dissoudre et gênants, car ils pourraient obstruer le robinet.

On mélange jusqu'à ce que le tout soit homogène. Pour chasser le lait resté dans la partie capillaire, il suffit de renverser l'ampoule, la pression de la vapeur d'éther chasse le lait en ouvrant le robinet ; on referme aussitôt et on laisse reposer au minimum 5 minutes. Je laissais habituellement reposer 12 heures. La séparation est alors très nette ; la partie supérieure rose, la partie inférieure aqueuse est soutirée doucement en retirant le bouchon. Remettre le bouchon, imprimer un mouvement rapide de rotation entre les deux mains, ce qui produit la séparation plus complète de la partie aqueuse. Faire couler alors celle-ci jusqu'au robinet sans l'y engager.

Introduire dans l'ampoule 10 cc. d'eau distillée au moyen d'une pipette, en les faisant écouler le long des parois de l'ampoule et en tournant l'ampoule sur elle-même. Laisser reposer 5 à 10 minutes, soutirer l'eau de lavage jusqu'à la dernière goutte.

Recommencer encore un lavage. Toutes ces liqueurs ont éte recueillies dans une capsule en silice de 35 mm. de hauteur et de 60 mm. de diamètre, préalablement calcinée et tarée.

Faire écouler la partie éthérée dans un cristallisoir exactement taré, puis laver l'ampoule et le bouchon avec 2 cc. d'éther, que l'on réunira au liquide du cristallisoir.

Pour les parties aqueuses, régler l'étuve à 100° C., et y mettre la capsule pendant six heures.

Pour les parties éthérées, laisser évaporer l'éther au moins une heure, car il y aurait des pertes par projection, et laisser six heures à l'étuve à 100° C.

Au bout de ce temps, laisser refroidir dans l'exsiccateur et peser rapidement.

Analyse des autres méthodes.

Sans sous-estimer la valeur du procédé du Laboratoire Municipal, nous n'avons pas cru utile d'avoir recours à cette méthode longue et dangereuse, par suite de la manipulation de l'éther.

Toutefois, nous avons dû nous en servir pour obtenir les liqueurs servant au dosage du lactose, en négligeant le filtre.

Signalons, également, la méthode acido-butyrométrique de Gerber, qui consiste à dissoudre la caséine par l'acide sulfurique et à mesurer le beurre par centrifugation. On favorise cette séparation du beurre par addition d'une petite proportion d'alcool amylique.

Toutefois, il est essentiel d'employer :

1° De l'acide sulfurique de densité convenable, des écarts considérables étant à craindre : un acide trop concentré attaque le beurre ; un acide d'une concentration insuffisante dissoudrait mal la caséine.

2° Un alcool amylique bien pur, exempt d'huile de fusel (faire un essai à blanc avec 1 cc. de cet alcool ; 10 cc. d'acide sulfurique et 11 cc. d'eau).

3° Veiller à ce que le beurre échappe le plus promptement possible à l'action de l'acide, par suite, ne pas prolonger le temps nécessaire à la dissolution de la caséine.

4° Mesurer exactement l'alcool amylique.

Le procédé Marchand ne peut s'appliquer au lait formolé. La caséine devient insoluble, englobe la matière grasse, qui ne peut atteindre la partie supérieure du liquide, et la lecture devient impossible.

Ce procédé consistait à introduire dans un butyromètre spécial : 10 cc. de lait, 2 gouttes de soude à 30 %, 10 cc. d'éther, 10 cc. d'alcool à 86 %.

On mélange lentement, et on place le butyromètre dans un bain à 45° C. La matière grasse se sépare à la partie supérieure du bain ; on fait la lecture à 20° C. Chaque division représente 2 gr. 33 de beurre pour 1.000 gr. de lait. La constante de l'appareil à ajouter au résultat est 12,60.

Pour comparer ces différentes méthodes, je me baserai sur la remarque de M. le Docteur Barthélémy qui dosait sur trois échantillons de lait la matière grasse, successivement par le procédé Adam, Marchand et Gerber.

Les méthodes volumétriques ont donné des résultats plus faibles que les méthodes pondérales.

Nous n'insisterons pas davantage sur ces différentes techniques, étant convaincus de la supériorité des méthodes pondérales.

D'ailleurs, la méthode d'Adam nous permettait d'obtenir en une seule opération l'extrait dégraissé et le beurre par évaporation à l'étude à 100° C., pendant six heures.

Caséine. — Par différence.

Duclaux pensait qu'il n'existait, dans le lait, qu'une matière albuminoïde : la caséine.

Elle s'y trouverait à l'état solide et à l'état colloïdal. Ce qui explique que le lait, coagulé à froid par l'acide acétique, laissait dans le filtrat une matière albuminoïde ne précipitant qu'à chaud.

Le précipité : lactalbumine, ajouté à la matière caséeuse, est la caséine totale du lait.

Aujourd'hui, le dosage de la caséine est effectué par différence.

En effet, nos connaissances sur les propriétés individuelles des diverses albumines rencontrées dans le lait sont insuffisantes pour obtenir une séparation nette entre tel ou tel groupe.

On a proposé, pour le dosage direct, la méthode de Roux (1) : précipitation de la caséine par l'acide trichloracétique en pré-

(1) Jean Roux : Dosage de la caséine dans le lait de vache, *Bull. Soc. Ph. de Bordeaux*, 1891.

sence de trichloracétate d'ammoniaque sur les liqueurs provenant d'un dosage du beurre par Adam.

Egalement la précipitation de la caséine par le formol à l'ébullition directement sur le lait : on filtre, on lave à l'eau distillée, puis à l'acétone pour enlever la matière grasse. On sèche à 75°-80° C., et on pèse.

Ces différents procédés ne donnent que très peu d'écart par rapport à la méthode par différence.

Par cette méthode, la caséine est obtenue en retranchant du poids de l'extrait sec, la somme du poids du beurre, du lactose anhydre et des cendres.

CENDRES.

Les cendres ont été obtenues par calcination du résidu laissé par 20 cc. de lait dans une capsule en silice après évaporation à une température inférieure au rouge sombre, afin d'éviter une volatilisation partielle des chlorures.

La masse charbonneuse a été broyée au moyen d'un petit agitateur en verre, afin de faciliter son oxydation.

Les cendres obtenues étaient toujours légèrement grisâtres. J'ai repris ces cendres avec quelques gouttes d'eau distillée, et j'ai calciné à nouveau, jusqu'à obtention de cendres blanches.

Les capsules, mises à refroidir sous un exsiccateur, étaient pesées, et la différence de poids avec la tare donnait les cendres totales.

LACTOSE.

Nous savons que la lactose cristallise dans l'eau à froid avec une molécule d'eau, qu'il ne perd, d'ailleurs, pas à 100° : on évalue donc le lactose en lactose hydraté : C^{12} H^{22} O^{11}, OH^2.

Pour le dosage, on utilise les liqueurs obtenues par le procédé du Laboratoire Municipal.

Il faut porter à l'ébullition pour enlever toute trace de caséine et d'albumine ; on complète à 200 cc., et on effectue le dosage du lactose par la méthode de M. Gabriel Bertrand, dont j'ai eu l'honneur d'être un des élèves à l'Institut Pasteur de Paris. Cette méthode exige un titrage minutieux de la solution de permanganate de potassium. Il est donc nécessaire d'avoir un oxalate d'ammonium rigoureusement pur et exactement pesé à la balance de précision, de s'assurer de la dissolution com-

plète du permanganet avant d'effectuer le dosage et de contrôler de temps en temps, chaque mois, par exemple, le titre de cette solution.

Pour le calcul, on se sert des tables données par M. Bertrand lui-même. C'est cette méthode que nous avons utilisée.

On peut utiliser la méthode polarimétrique.

Pour cela, il faut utiliser un réactif précipitant complètement la matière albuminoïde. Le sous-acétate de plomb ne répond pas à cette condition ; de plus, ce corps agit en sens inverse du lactose.

On utilise le réactif d'Esbach (10 cc. d'acide picrique, 28 cc. d'acide acétique et eau q. s. p. 1.000 cc.). On mélange 40 cc. de lait et 40 cc. de réactif, et on filtre. Le filtrat coloré en jaune ne gêne pas l'examen polarimétrique en laissant passer la lumière monochromatique du sodium.

La détermination se fait avec un tube de 20 cm.

Mais la déviation obtenue ne peut servir au calcul du lactose, car il faut tenir compte du volume inconnu occupé par le précipité.

Il faut faire deux déterminations pour arriver au résultat.

Quand le lait est acide, on ajoute au poids de lactose trouvé un chiffre égal au poids d'acide lactique trouvé par acidimétrie, l'expérience ayant prouvé que le lactose, sous l'action de la fermentation lactique, donnait son propre poids d'acide lactique.

Théoriquement, cette méthode est la plus exacte.

Toutefois, elle est d'une pratique très délicate ; d'ailleurs, une erreur considérable peut provenir de l'examen au polarimètre.

En effet, une erreur de deux dixièmes de degré suffit à introduire 2 à 3 gr. de lactose, en plus ou en moins.

En raison du matériel spécial exigé, et, de plus, des causes d'erreurs possibles, nous avons préféré employer la méthode utilisant les propriétés réductrices du lactose, où la principale cause d'erreur est dans la détermination du titre de la solution de permanganate, où il faudra apporter le plus de soins possibles.

Evidemment, il conviendra de tenir compte du temps d'ébullition qui doit être exactement de 3 minutes, et d'une dissolution totale du précipité d'oxydule cuivreux par le sulfate ferrique.

Les résultats obtenus par cette méthode se sont toujours montrés en concordance avec ceux que doivent donner des laits de traite intégrale.

CHLORURES.

Le dosage s'effectue par la méthode de Charpentier-Volhard, sur 20 cc. de lait, en utilisant la défécation au ferrocyanure de potassium et à l'acétate de zinc.

Le dosage des chlorures doit être effectué avec beaucoup de rigueur, étant donné qu'une erreur se trouve multipliée par 11,9, dans le calcul de la C. M. S.

Dans le cas des laits bichromatés, le liquide obtenu présente une coloration jaune. On ajoutera au filtrat 1 cc. d'acétate de plomb à 36° B., pour précipiter le bichromate, et le titrage s'effectue par la méthode Charpentier-Volhard.

CHAPITRE VI

ANALYSES EFFECTUEES

Les 115 échantillons de lait étudiés proviennent des régions suivantes :

1° Canton d'Auterive : Sud de Toulouse ;
2° Canton de Muret : Sud-Ouest de Toulouse ;
3° Canton de Castanet : Sud-Est de Toulouse ;
4° Canton de Montgiscard : Sud-Est de Toulouse ;
5° Canton de Nailloux : Sud-Est de Toulouse.

LAITS DE PLAINE

N°s D'ORDRE	DENSITÉ	BEURRE	EXTRAIT	EXTRAIT DEGRAISSE	CENDRES	CHLORURES	LACTOSE HYDRATE	CASEINE	CONSTANTE DE GROS	C.M.Sa	C.M.SR	PROPRIETAIRE	METAIRIE	LIEU	CANTON
1	1031	39,1	125,3	86,2	7,32	1,925	49,87	29,01	89,97	72 78	77,72	CAILLAUX	PREVENTORIUM	VENERQUE	AUTERIVE
2	1032,9	38,7	126,7	88	7,45	1,655	53,15	29,93	91,82	72,84	77,80	CAZEAUX	RAYNAQUET	———	———
3	1031,2	36	121,7	85,7	7,12	1,920	45,93	34,83	89,17	68,84	73,59	PERIES	RIEUCROS	———	———
4	1031,4	38,2	120,3	82,1	7,02	1,87	46,72	30,58	85,61	69	73,73	CAILLAUX	PREVENTORIUM	———	———
5	1030,2	36,7	119,4	82,7	6,38	1,78	46,72	31,82	86,09	67,94	72,51	LACROUX	VILLAGE	———	———
6	1031,2	38,7	118	79,3	7,43	2 086	45,93	28,12	82,74	70,75	75,46	VIDAL	———	———	———
7	1031,4	41,2	126,6	85,4	6,2	1,603	47,38	33,6	89,35	66,46	71,4	RABE	PICCHIVITCH	———	———
8	1031,2	35	122,6	87,6	6,97	1,872	46 725	36,13	91 02	69,00	73,7	———	———	———	———
9	1031	40,5	126,7	86,2	7 18	1,88	46,32	34,89	90 12	68,80	73,9	ARNAUD	VILLAGE	———	———
10	1030,6	44,3	131,4	87,1	6,92	1,84	44,82	37,50	91,45	66,77	72,22	BLANCHE	———	———	———
	1031,2	38,84	123,87	85,03	6,99	1,843	47,35	32,64	88,73	69,31	74,20	MOYENNE VENERQUE			
11	1031,2	38,2	123	84,8	7,15	2,24	47,38	32,05	88,43	74,11	79,25	JORDA	BIRAL	VERNET	AUTERIVE
12	1030,6	35,1	120,7	85,6	7,3	1,71	53,15	27,68	88,95	73,49	78,04	VIALA	LOST	———	———
13	1031	36,5	119,7	83,2	6,45	1,603	49,87	29,25	86,59	68,96	73,43	BERTRAND	BORDENEUVE	———	———
14	1031,4	38,4	126,7	88,3	6,82	1,84	45,37	38,27	92,10	67,33	72,37	ARTIS	DUSSEDRE	———	———
15	1031,2	39,1	124	84,9	6,2	1,925	44,82	36,02	88,62	67,73	72 08	———	———	———	———
16	1030,2	40,1	123,4	83,3	6,94	1,845	45,93	32,61	87,05	67,886	72,78	SOULIÉ	VILLAGE	———	———
17	1030,4	36,6	122,6	86	6,97	1,925	45,93	35,28	89,52	68,84	73,66	BERTRAND	BORDENEUVE	———	———
18	1031,4	39,5	123,9	84,4	6,5	1,93	46,9	33,24	88,14	69,867	74,88	———	———	———	———
19	1032,4	41,3	130,5	89,2	7,2	1,71	49,87	34,5	93,34	70,22	75,50	DORÉ	CHATEAU	———	———
20	1031,2	34,2	120	85,8	6,98	1,92	46,325	34,69	89,07	69,23	73,84	———	———	———	———
21	1032,3	34,6	117,8	83,2	6,1	1,81	48,72	30,7	86,41	70,259	74,74	MUREL	———	———	———
	1031,2	37,6	122,93	85,33	6,78	1,859	47,66	33,11	88,93	69,81	74,59	MOYENNE VERNET			

23	1031,4	32,4	114,8	82,4	7,02	1,925	50,79	27,01	85,37	73,70	77,98	CHAUSSON	FRANCE	RIVELOTTE	AUTERIVE
24	1031,9	41,9	128,5	86,6	6,00	1,657	51,14	31,32	90,68	71,46	76,69	———	———	———	———
	1031,6	37,15	121,2	84,5	6,51	1,79	51,26	29,16	88,02	72,58	77,33	MOYENNE RIVELOTTE			
25	1029,4	36,2	116,9	80,7	6,2	1,71	44,62	32	83,97	64,97	69,31	COUZY	VILLAGE	MIREMONT	AUTERIVE
26	1029,5	35,3	116,3	81.	6.	1,95	51,71	25,75	84,19	74,91	79,44	———	———	———	———
	1029,45	35,7	116,55	80,85	6,1	1,83	48,16	28,87	84,08	69,94	74,37	MOYENNE MIREMONT			
27	1031,7	41,8	127,4	85,6	6,75	1,92	49,48	31,72	89,63	72,39	77,71	GORGUES	VILLAGE	GREPIAC	AUTERIVE
28	1031,6	39,6	128,3	88,7	6,4	1,79	50,99	33,74	92,64	72,308	77,54	SALAPHA	———	———	———
29	1031,4	38,4	122,3	83,9	7,25	2,247	45,6	33,2	87,51	72,35	77,45	JACOTIN	———	———	———
30	1032,3	37,7	124	86,3	6,4	1,71	51,47	30,87	89,94	71,82	76,68	———	———	———	———
	1031,75	39,37	125,49	86,12	6,7	1,916	49,385	32,38	89,93	72,292	77,34	MOYENNE GREPIAC			
31	1031,4	33,1	118	84,9	7,16	1,818	50,79	29,36	88,03	72,42	76,83	BOUNIOU	DENROUSSE	LABARTHE	MURET
32	1030,9	43,1	127,8	84,7	7,36	1,469	49,875	29,84	88,81	67,36	72,31		ALLEGRE	———	———
33	1032,3	39,9	124,2	84,3	7,05	1,92	49,87	29,75	88,07	72,78	77,84	DESCLOS	DESCLOS	———	———
34	1033,4	36,7	121,3	84,6	6,6	1,925	47,38	32,4	88,07	70,294	75,05	BOURBON	D'EN HAUT	———	———
35	1033.	39,1	127,5	88,4	6,7	1,496	51,21	32,92	92,27	69,02	73,93	PELISSIE	AU FORT	———	———
	1032,2	38,38	123,76	85,38	6,974	1,725	49,82	30,854	89,05	70,37	75,19	MOYENNE LABARTHE			
36	1032	37,2	125,8	88,6	6,85	1,71	46,72	37,25	92,29	67,08	71,94		COUQUI	PINS ET JUSTANET	MURET
37	1032,6	40,1	130	89,9	6,05	1,55	52,50	33,85	93,95	70,94	76,13		———		———
	1032,3	38,65	127,9	89,25	6,45	1,63	49,61	35,55	93,12	69,01	74,03	MOYENNE PINS ET JUSTANET			
38	1030,2	38,8	121,5	82,7	7,28	1,87	46,72	30,92	86,30	69	73,76	CALL	VILLAGE	LAGARDELLE	MURET
39	1033	34,1	121,9	87,8	6,5	2,247	45,62	37,85	91,14	72,359	77,36	BOP	JOANINES	EAUNES	MURET
40	1032,3	36,3	125,4	89,1	5,4	1,818	52,5	33,7	92,71	74,13	79,20	———	———	———	———
	1032,65	35,2	123,65	88,45	5,95	2,032	49,06	35,77	91,92	73,24	78,28	MOYENNE EAUNES			
41	1031,4	38,4	129,2	90,8	6,9	1,872	46,72	39,4	94,71	68,99	74,22	SERRES		LACROIX FALGARDE	CASTANET
	1031,33	36,89	122,8	85,91	6,61	1,834	48,81	32,76	89,54	70,56	75,55	MOYENNE GENERALE DES LAITS DE PLAINE			

LAITS DU LAURAGAIS.

Nos D'ORDRE	DENSITÉ	BEURRE	EXTRAIT	EXTRAIT DEGRAISSÉ	CENDRES	CHLORURES	LACTOSE HYDRATÉ	CASEINE	CONSTANTE DE GROS	C.M.Sa	C.M.Sr	PROPRIETAIRE	METAIRIE	LIEU	CANTON
42	1032,3	36,7	123,9	87,2	5,9	2,032	51,21	32,52	90,78	75,39	80,51	PERRIN		DONNEVILLE	MONTGISCARD
43	1033	30,2	123,5	93,3	6,59	1,443	54,81	34,51	96,43	71,98	76,41	———		———	———
	1032,65	33,45	123,7	90,25	6,24	1,737	53,01	33,51	93,60	73,68	78,46	MOYENNE DONNEVILLE			
44	1030,4	51,7	135,3	83,6	6,76	1,92	47,38	31,24	88,52	70,29	76,29	DE GRANDIDIER	XURTAN	ESPANÈS	MONTGISCARD
45	1032	35,2	125,8	90,6	6,92	2,24	49,87	36,18	94,16	76,61	81,90	JANSAC	LAMARQUEMAL	———	———
46	1031,6	34,5	117	82,5	7,18	1,88	46,32	31,19	85,66	68,8	73,19	CASTERAS	CAUSSÉ	———	———
47	1030,6	41,3	124	82,7	6,52	1,79	49,87	28,68	86,54	71,19	76,19	TUILIÉ	VILLAGE	———	———
48	1030,4	39,8	123,9	84,1	6,68	1,845	45,37	34,20	87,85	67,331	72,25	ABADIE	LOUBOTTE	———	———
49	1031,4	37,7	125,9	88,2	7,22	1,92	44,82	38,30	91,92	67,73	72,74	DAYDÉ	SIRÉ	———	———
50	1032	39,1	123,4	84,3	5,7	1,71	50,79	30,23	87,99	71,15	76,04	VILLENEUVE	LAPOSE	———	———
51	1031,6	41,3	127,9	86,6	6,1	1,87	51,219	31,72	90,62	73,49	78,84	———	———	———	———
	1031,25	40,07	125,4	85,32	6,63	1,89	48,20	32,71	89,15	70,82	75,93	MOYENNE ESPANÈS			
52	1033	38,6	122,4	83,8	6,3	1,92	50,79	29,13	87,42	73,7	78,65	BETAIN	LEMECHE	CORONSAC	MONTGISCARD
53	1034	37,5	121,6	84,1	6,45	2,032	49,48	30,52	87,63	73,66	78,61	———	———	———	———
	1033,5	38,05	122	83,95	6,375	1,976	50,13	29,825	87,525	73,68	78,63	MOYENNE CORONSAC			
54	1031,6	33,9	116,5	82,6	6	1,872	48,82	30,1	85,72	71,096	75,53	VIGOUAT		LABASTIDE BEAUVOIR	MONTGISCARD
55	1032	40,8	129,9	89,1	6,2	1,872	47,64	37,54	93,18	69,91	75,30	GASTON		PONPERTUZAT	MONTGISCARD
56	1032,3	38,8	126,6	87,8	6,1	2,032	49,48	34,58	91,62	73,66	78,97	———		———	———

58	1033,3	41,3	131,6	90,3	6,95	1,818	51,21	34,57	94,49	72,85	78,33	———	———	———	———
59	1031,2	36,4	126,5	90,1	6,2	1,65	51,21	35,12	93,78	70,94	75,88	ANGLASSE	VILLAGE	———	———
60	1032,3	35,2	122,3	87,1	6,4	1,848	48,82	34,2	90,52	70,81	75,58	———	———	———	———
61	1033.	31,5	112,8	81,3	6.	1,603	47,38	29,7	84,15	66,46	70,39	LAVIQUERIE	———	———	———
	1032,5	36,2	122,44	86,24	6,43	1,769	50,22	31,87	89,74	71,29	76,05	MOYENNE . NOUEILLES			
62	1029,6	32,4	114	81,6	6,4	1,92	47,25	30,2	84,54	70,09	74,35	ANTONIN	CARDANAL	MONTGISCARD	MONTGISCARD
63	1033,4	38,2	125,6	87,4	6,85	1,92	50,79	32,18	91,14	73,70	78,80	VILLA		POUZE	MONTGISCARD
64	1033,3	40,7	130,3	89,6	6,05	1,71	51,21	34,77	93,70	71,57	76,91	———		———	———
65	1031	35,3	124.	88,7	6,05	1,71	49,48	35,53	92,20	69,84	74,63	DE VIGUERIE		———	———
66	1032,4	41,4	131	89,6	6,15	2,032	47,64	38,07	93,77	71,82	77,45	———		———	———
	1032,5	38,9	127,72	88,82	6,27	1,84	49,78	35,13	92,7	71,73	76,95	MOYENNE . POUZE			
67	1029,4	38,3	120,1	81,8	6,4	1,92	45,37	32,18	85,31	68,28	73,03	ASTRÉ	CHAMAILLOU	MONTBRUN	MONTGISCARD
68	1032	37,5	124,2	86,7	6,2	1,65	48,82	34	90,34	68,54	73,33	PÉRÈS	TOUIN	———	———
69	1030,7	35,8	118,7	82,9	6,2	2,35	44,82	34,01	86,21	72,84	77,79	MUREL	ESCROUZAT	———	———
	1030,7	37,2	121	83,8	6,26	1,975	46,34	33,39	87,28	69,88	74,71	MOYENNE . MONTBRUN			
70	1031,2	42,2	124,3	82,1	7,52	1,92	49,87	27,08	86	72,78	77,88		CASTELLET	ISSUS	MONTGISCARD
71	1032,4	43,1	129	85,9	7,19	1,84	45,93	34,96	90,07	67,88	73,17	ANTONIN	ST JEAN	———	———
72	1032,4	42,5	149,1	99,6	8,07	1,925	53,15	40,91	104,36	76,06	82,31	———	GREUS	———	———
73	1030,6	42,3	124,7	82,4	7,5	1,845	45,93	31,15	86,32	67,88	72,88	———	———	———	———
74	1031,4	36,2	121	84,8	6,68	2,032	46,72	33,62	88,24	70,90	75,73	———	PIGEONNIER	———	———
75	1032,4	39,9	128	88,1	7,38	1,87	46,72	36,22	92,04	68,97	74,14	———	———	———	———
76	1030,6	41,9	129,6	87,7	6,52	1,496	49,87	33,68	91,83	67,68	72,77	———	BORDEBLANCHE	———	———
77	1031,4	37,4	123,3	85,9	7,25	1,657	49,87	31,15	89,49	69,59	74,89	———	PIGEONNIER	———	———
78	1030,4	35,9	119,3	83,4	6,2	1,71	51,74	27,92	86,74	72,08	76,63	———	BEAUSÉJOUR	———	———
	1031,4	40,15	126,8	86,65	7,14	1,81	48,86	32,96	90,56	70,42	75,53	MOYENNE ISSUS			

Nos D'ORDRE	DENSITÉ	BEURRE	EXTRAIT	EXTRAIT, DÉGRAISSÉ	CENDRES	CHLORURES	LACTOSE, HYDRATÉ	CASEÏNE	CONSTANTE DE GROS	C.M.Sa	C.M.SR	PROPRIETAIRE	METAIRIE	LIEU	CANTON
79	1031,7	34,9	125,5	90,6	6,2	1,79	51,21	35,62	94,13	72,53	77,48	SAFFOURET		AURAGNE	NAILLOUX
80	1031,4	37,6	124,8	87,2	6,9	1,65	52,5	30,3	90,87	72,22	76,06	———		———	———
81	1032.	39,1	120,5	81,4	6,15	1,92	46,72	30,75	84,96	69,63	74,45	BARLAN		———	———
82	1032.5	37,3	125,4	88,1	6,75	1,81	50,79	32,98	91,78	72,42	77,41	———		———	———
83	1031	39,4	128,5	89,1	6,2	1,97	49,48	35,78	93,04	73,03	78,43	BONAVENTURE		———	———
84	1032,6	31,3	123	91,7	6,2	1,87	51,2	36,72	94,89	73,49	78,25	———		———	———
	1031,8	36,6	124,61	88,01	6,4	1,83	50,31	33,69	91,61	72,22	77,01	MOYENNE AURAGNE			
85	1032	35,8	120,5	84,5	6,4	1,79	50,24	30,25	87,88	71,55	76,19	MURARO		VIGOULET AUZIL	CASTANET
86	1031,6	37,2	126,6	89,4	6,35	1,65	51,2	34,27	93,12	70,94	75,9	D'ARLÉON		———	———
87	1032	35,1	122,6	87,5	6,9	2.14	51,2	31,82	90,93	76,68	81,68	———		———	———
	1031,8	36,03	123,16	87,13	6,55	1,862	50,88	32,11	90,64	73,05	77,92	MOYENNE VIGOULET-AUZIL			
88	1033,4	36,5	123,6	87,1	6,5	1,55	49,45	33,50	90,65	67,89	72,53	ROUGAGNOU		REBIGUE	CASTANET
89	1032,4	44	131,9	87,9	6,9	1,657	51,47	31,97	92,26	71,19	76,63	SIEURAC	LE CHATEAU	LABRUYÈRE	AUTERIVE
90	1031,7	39,7	122,1	82,4	6,1	2,24	44,62	33,80	86,07	71,36	76,54	MARTY		———	———
91	1030,4	49,9	133,1	83,2	6,25	1,88	48,84	30,43	87,91	71,31	77,20	LAFON	LE CLOS	———	———
	1031,5	44,53	129,03	84,5	6,41	1,925	48,31	32,06	88,74	71,28	76,79	MOYENNE LABRUYÈRE			
92	1033	39,8	123,7	83,9	6,55	2,032	48,82	30,85	87,65	73	78,12	DE VIGUERIE		MERVILLA	CASTANET
93	1032,3	37,7	129,9	92,2	6,9	1,55	52,50	35,30	96,09	70,94	76.	———		———	———
94	1031	41,5	133.	91,5	6,45	2,46	43,70	43,42	95,77	72,98	79,04	PAGES		———	———
95	1034,4	31,6	128,3	96,7	7,35	2,086	52,71	39,15	100,1	77,53	82,75	DE PLANET		———	———
	1032,7	37,65	128,72	91,07	6,81	2 032	49,43	37,18	94,9	73,61	78,97	MOYENNE MERVILLA			

97	1031,2	36,2	118,3	82,1	6,81	1,79	45,37	32,07	85,43	66,69	71,15	NIDELITE	CABANNE		
98	1029,6	48,2	129,1	80,9	7,27	1,87	47,38	28,03	85,32	69,65	75,10	CASTERAS	LAMOTTE		
99	1030	42,7	129,2	86,5	6	1,55	52,50	30,5	90,66	70,94	76,16	DURAND	LACAMPARE		
	1030	46,35	128,82	82,5	6,61	1,703	48,16	29,75	86,79	68,43	73,73	MOYENNE CLERMONT			
100	1032	35,9	119,3	83,4	6,4	1,872	48,82	30,5	86,74	71,09	75,72	RAZAT	ESCARLES	ST LÉON	NAILLOUX
101	1031,4	41,3	127	85,7	6,3	1,657	51,47	30,37	89,68	71,20	76,30				
102	1032,3	45,4	129,5	84,1	7.	1,603	47,38	31,5	88,41	66,46	71,63				
103	1033	35,4	116,8	81,4	6,6	1,55	49,48	27,67	84,61	67,92	72,15				
104	1032,3	43,7	127,2	83,5	6,3	1,496	47,64	31,82	87,61	65,44	70,41	FAGÈS	LABARÈZE		
105	1031,2	38,7	125,5	86,8	6,1	1,71	50,53	32,57	90,56	70,87	75,86				
106	1031	40,8	125,4	84,6	6,7	2,086	46,72	33,4	87,95	71,54	76,80	PRADÈRE	BORTOLOTTO		
107	1031,5	33,2	113,4	80,2	7	2,193	48,15	27,34	83,17	74,24	78,98	LAVERGNE	ROQUECERSE		
	1031,8	39,3	123	83,7	6,55	1,771	48,77	30,646	87,34	69,84	74,73	MOYENNE ST LÉON			
108	1034,3	35,3	117,2	81,9	6,65	1,889	46,72	30,75	85,13	69,2	73,67	PRADEL	VILLAGE	GOJRANS	CASTANET
109	1033,3	33,4	124,5	91,1	6,2	1,711	51,74	35,62	94,5	72,109	76,89				
	1033,8	34,35	120,8	86,5	6,42	1,8	49,23	33,18	89,81	70,65	75,28	MOYENNE GOJRANS			
110	1031,2	37,3	124,6	87,3	6,8	1,79	45,62	37,05	90,94	66,93	71,78	ROUGAGNOU	VILLAGE	AURÉVILLE	CASTANET
111	1033	39,4	129,3	89,9	6,75	1,71	49,87	35,65	93,87	70,22	75,4				
112	1033,3	41,5	130,4	88,9	7,5	1,65	49,48	34,3	93,05	69,20	74,41				
113	1031,4	42,4	132,6	90,2	6,85	1,872	50,99	34,78	94,5	73,26	78,89	BOUSQUET	BORDENEUVE		
114	1032,4	36,8	123,2	86,4	6,7	1,71	51,74	30,42	89,95	72,1	76,86	TREILLES			
115	1030.	44,6	125,6	81.	6,3	2,46	43,706	33,07	85,07	72,98	78,67	CRODÉ	VILLATE		
	1031,9	40,33	127,63	87,3	6,816	1,865	48,567	34,21	91,23	70,78	76.	MOYENNE AUREVILLE			
	1031,9	37,98	124,05	86,07	6,472	1,846	49,17	32,73	89,72	71,16	76,117	MOYENNE GENERALE DES LAITS DU LAURAGAIS			

RECAPITULATION DES MOYENNES.

DENSITÉ	BEURRE	EXTRAIT	EXTRAIT DÉGRAISSÉ	CENDRES	CHLORURES	LACTOSE HYDRATÉ	CASEÏNE	CONSTANTE DE GROS	C.M.S$_a$	C.M.S$_R$	
1031,33	36,89	122,8	85,91	6,61	1,834	48,81	32,76	89,54	70,66	75,55	MOYENNE GENERALE DES LAITS DE PLAINE
1031,9	37,98	124,05	86,07	6,472	1,846	49,17	32,73	89,72	71,16	76,117	DU LAURAGAIS
1031,6	37,43	123,42	85,99	6,54	1,84	48,99	32,74	89,63	70,91	75,83	MOYENNE GENERALE

CONCLUSIONS

Par l'examen de ces chiffres, on constate que les laits de la région Sud de Toulouse sont normaux, avec une tendance légèrement marquée pour une valeur faible de l'extrait dégraissé, et, par suite, de la constante de Gros. Les vaches étaient très souvent de race hollandaise, et s'éloignent des races dites « beurrières ».

Les chiffres obtenus, rapprochés de ceux publiés par M. le Professeur Denigès, dans son traité d'analyses, confirment cette conclusion.

Composition moyenne :

	Toulouse	*Vaches dites beurrières (Denigès)*
Matière grasse	37,43	vers 40
Lactose	48,99	vers 50
Caséine	32,74	33 à 37
Extrait dégraissé ..	85,99	92 au moins

Nous noterons également, qu'aucune différence nette ne sépare les laits de plaine alluvionnaire de ceux du Lauragais. Cette étude confirme les travaux de MM. Mathieu et Ferré, relatifs à la C. M. S., dont la moyenne oscille autour de 76 (75,83), le minimum 69,31 (lait de plaine), 82,75 (lait du Lauragais).

Elle apporte la preuve de la stabilité de la constante moléculaire C. M. S., et de l'intérêt qu'elle présente pour déceler le mouillage et différencier les laits fraudés des laits faibles.

Vu :

Clermont-Ferrand :

le 15 Juillet 1943.

Le Président du Jury :

P. CORDIER

Vu et approuvé :

Clermont-Ferrand :

le 17 Juillet 1943.

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie :

A. SARTORY

Vu et permis d'imprimé :

Clermont-Ferrand, le 21 Juillet 1943

Le Recteur de l'Académie

Président du Consiel de l'Université

Pour le Recteur, le Vice-Président du Conseil de l'Université,

A. DANJON

BIBLIOGRAPHIE

ANCEAUX. — La vitamine C dans le lait. *Thèse* doct. Pharmacie, Université de Lille, 1939.

BARTHÉLÉMY (A.). — Contribution à l'étude du lait consommé à Nancy. *Thèse* doct. Pharmacie, Nancy, 1907.

BLIECQ (L.). — La constante moléculaire simplifiée et les laits de la région de Sées (Orne). *Thèse* doct. Pharmacie, Paris, 1928.

BORDAS et GENIN. — Sur le point de congélation du lait de vache. *C. R.*, t. 123, p. 425-427, 1896.

— Sur l'emploi de la cryoscopie dans l'analyse du lait. Réponse à une note de M. Winter. *C. R.*, t. 124, p. 124, 508-509, 1897.

BOUIN (M.). — La constante moléculaire simplifiée et les laits pathologiques. *Le Lait*, 13, 541, 1933.

CAZALET (P.). — Les laits de la XVI[e] Région et la constante moléculaire simplifiée. *Thèse* doct. Pharmacie, Montpellier, 1918.

CORNALBA. — *Ann. Fals. et Fraudes*, 2, 529, 1909.

DESMOULIÈRE (A.). — Sur la cryoscopie du lait. *Journ. Pharm. et Chim.* (6), t. 20, p. 499-501, 1904.

DUCROS (P.). — Contribution à l'étude des constantes physiques du lait. *Thèse* doct. Pharmacie, Montpellier, 1905.

FONZÈS-DIACON. — La constante moléculaire approchée et les laits de Montpellier. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 14, p. 271-275, 1921.

— La C. M. S. et le lait de chèvre. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 14, p. 404-406, 1921.

— L'expertise des laits mouillés à 5 %. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 17, p. 95-99, 1924.

GROS (L.). — L'extrait du lait privé de sa matière grasse. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 9, p. 39-45, 1916.

GOUIRAND (P.). — Considérations sur la recherche du mouillage et de l'écrémage dans le lait de vache. *Thèse* doct. Pharmacie, Montpellier, 1912.

JORET et RADET. — Etude de la constante moléculaire simplifiée, appliquée aux laits de la Somme. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 20, p. 341-353 et 403-411, 1927.

KLING (A.). — Méthodes actuelles d'expertises, t. 1, p. 1114 (article : Laits), 1921. Dunod, édit., Paris.

LAJOUX (H.). — Considérations sur l'analyse chimique et la cryoscopie du lait. *Journ. Pharm. et Chim.* (6), t. 21, p. 577-591, 1905.

— La question du lait (mouillage et écrémage), analyse et cryoscopie. Matot-Braine, édit., Reims.

MAINBRECQ (V.). — La constante moléculaire simplifiée dans l'analyse du lait. *Journ. Pharm. Belgique*, 16-173, 191, 1029, 1934.

MARTIN (R.) et BÉJAMBES (Mlle). — Variations de la composition des laits de brebis au cours de la lactation. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 16, p. 599-602, 1923.

MATHIEU (L.) et FERRÉ (L.). — Caractérisation du mouillage des laits par une constante de concentration moléculaire simplifiée. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 7, p. 12-21, 1924.

MATHIEU (L.). — Constante moléculaire simplifiée pour caractériser le mouillage des laits. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 9, p. 45-48, 1916.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — Analyse administrative du lait. (Circulaire à MM. les Directeurs des Laboratoires agréés, 22 juillet 1925.)

OBRE et FOURNIER (Mlle M.). — La constante moléculaire simplifiée. Son application aux laits du Loir-et-Cher. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 17, p. 344-352, 1914.

PAGET (M.) et GENEL (M.). — La constante moléculaire simplifiée et l'extrait dégraissé des laits de vaches flamandes dans la région du Nord. *Ann. Fals. et Fraudes*, 27-157, 1934.

PARMENTIER (E.). — La cryoscopie du lait et ses applications. *Presse Médicale*, t. 11 (1er semestre), p. 206-208, 1903.

— La cryoscopie du lait et ses applications à l'hygiène. *Presse Médicale*, t. 11 (1er semestre), p. 269-272, 1903.

PORCHER (C.). — Du chlorure de sodium dans le lait. *Le Lait*, t. 3, p. 11-21, 1923.

— La constante moléculaire simplifiée. Etude critique sur sa valeur. *Le Lait*, t. 3, p. 364-381, 447-462, 1923.

— Etude critique sur la valeur de la constante moléculaire simplifiée. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 16, p. 16-17, 1923.

— La constitution du lait. Les composants chimiques dans leurs rapports avec les données physico-chimiques. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, t. 5, p. 270-296, 1923.

PORCHER et CHEVALLIER. — La répartition des matières salines dans le lait. Leurs relations physiques et chimiques avec les autres principes du lait. *Le Lait*, t. 3, p. 98-118, 188-200, 289-306, 1923.

— La répartition des substances salines et des éléments minéraux dans le lait. *C. R.*, t. 172, p. 1605, 1921.

RAQUET (O.) et KERBEVEO (A.). — Dosage des chlorures dans le lait. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 20, p. 580-583, 1927.

RANDOUIN (L.) et SIMONNET (H.). — Les vitamines. 3e édition, 1939, Armand Colin, Paris.

ROUX (J.). — Dosage de la caséine dans le lait de vache. *Bull. Soc. Ph., Bordeaux*, 1891.

SABATIÉ. — Les laits de la Moselle. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 18, p. 206-212, 1925.

SAJOUS (P.). — La composition des laits de brebis corses et ses variations au cours de la lactation. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 18, p. 12-22, 1925.

— Lait de chèvre corse. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 18, p. 199-208, 1925.

SIROT et JORET. — La constante moléculaire simplifiée. Application aux laits de la région de l'Yonne. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 9, p. 425-445, 1916.

SIROT (M.) et JORET (G.). — La valeur de la constante moléculaire simplifiée dans la caractérisation du mouillage des laits. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 12, p. 88-92, 1919.

SPRUMONT (G.). — A propos de l'abaissement du point de congélation de la constante moléculaire simplifiée du lait. *Journ. Pharm. de Belgique*, 1937, t. 19, p. 279 et 297.

STAINER (C.). — La constante moléculaire des laits. Variation dans un cycle complet des éléments qui le constituaient. Déductions analytiques et chimiques. *Journ. Pharm. de Belgique*, 1931, t. 13, p. 553, 573, 591, 609, 629 et 653.

STŒCKLIN (L.). — La cryoscopie du lait. Contribution à l'étude et à l'analyse du lait. *Ann. Fals. et Fraudes*, t. 4, p. 232-257, 1911.

VILLIERS (A.) et BERTAULT (M.). — Recherche sur le lait. Détermination du mouillage. *Bull. Soc. Chim.* (3), t. 19, p. 305-310, 1898.

VILLIERS (A.), COLLIN (E.) et FAYOLLE (M.). — Traité des falsifications et altérations des substances alimentaires : aliments lactés et aliments gras (article : Aliments lactés), p. 1-137, 2e édition, 1911), Doin, édit., Paris.

VIVARIO et STAINER. — La constante moléculaire simplifiée des laits belges. *Journ. Pharm. de Belgique*, t. 16, p. 631 et 647, 1934.

— Etude chimique des laits de l'Est de la Belgique. *Journ. Parm. de Belgique*, t. 11, p. 285, 301, 317, 1929.

VIRGOLEUX (R.). — *Thèse* doct. Pharmacie, p. 148, Université de Strasbourg, 1943.

WINTER (J.). — Température de congélation des liquides de l'organisme. Application à l'analyse du lait. *Bull. Soc. Chim.* (3), t. 13, p. 1101-1107, 1895.

— Constante du point de congélation de quelques liquides de l'organisme. Application à l'analyse du lait. *C. R.*, t. 121, p. 696-698, 1895.

— Du point de congélation du lait. Réponse à une note de MM. Bordas et Genin. *C. R.*, t. 123, p. 1298-1301, 1896.

— Observations concernant la température de congélation du lait. Réponse à MM. Bordas et Genin. *C. R.*, t. 124, p. 777-778, 1897.
das et Genin. *C. R.*, t. 123, p. 1298-1301, 1896.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION 11

PLAN 11

CHAPITRE PREMIER. — Etude sommaire de la topographie, de la géologie, de la climatologie de la région toulousaine 13

CHAPITRE II. — Composition du lait. - Coagulation du lait 19
Composition du colostrum. - Vitamines 21

CHAPITRE III. — Principales méthodes utilisées pour la caractérisation du mouillage des laits 23

A. — *Constantes physiques.*
1) Densité et tension superficielle 24
2) Viscosité 25
3) Résistivité électrique 26
4) Indice de réfraction 27
5) Point cryoscopique 28

B. — *Constantes chimiques.*
1) Extrait sec dégraissé ou constante de Gros 30
2) Constante de Cornalba 33
3) Constante de Bouiñ 34
4) Constante d'Ackermann 35
5) Constante de Bordas et Touplain 35
6) Rapports de Koëstler 36

CHAPITRE IV. — La constance moléculaire simplifiée 38
Lois de Winter et de Porcher 38

CHAPITRE V. — Méthodes d'analyses utilisées 45

CHAPITRE VI. — Analyses effectuées 52
Laits de Plaine 53
Laits du Lauragais 55

CONCLUSIONS 61

BIBLIOGRAPHIE 63

IMPRIMERIE
BOSC Frères, M. & L. RIOU
42, Quai Gailleton, 42
LYON